

ポスター発表

2019 年 1 2 月の部分日食に向けたハートピア安八天文台の取り組み

船越 浩海（生涯学習センターハートピア安八・天文台）

Efforts of Heartopia Anpachi Observatory for partial solar eclipse in December 2019

Hiromi Funakoshi (Lifelong learning center Heartopia Anpachi astronomical observatory)

Abstract

In 2019, there will be two partial solar eclipses in January and December. At Heartopia Anpachi Observatory, not only will each special viewing party be held, but also observation for children and original workshops will be held. This report introduces observations for children at the observatory and activities for the general public other than the viewing party.

1. はじめに

ハートピア安八は、2003 年 3 月に開館した図書館、児童館、天文施設、歴史民俗資料館、研修室等を併設した生涯学習センターで、東海道新幹線岐阜羽島駅から、車で 10 分程の岐阜県安八町に位置する。（図 1 参照）



図1 安八町の位置



図2 ハートピア安八天文台の外観と口径 70 cm 反射望遠鏡

口径 70 cm 反射望遠鏡が設置された天文台（図 2 参

照）では、夜間、昼間の天体観察や観測だけでなく、出前の天文教室、観望会、工作教室やミニ企画展、講演会なども行っている。学校向けの学習・観測支援では、小学生から大学生まで、そして教員研修会も重要な活動である。

2019 年は 1 月と 12 月に 2 回の部分日食がある。ハートピア安八天文台では、それぞれの特別観望会を開催するだけではなく、児童生徒向けの観測、およびオリジナルの工作教室も行う。このレポートでは、観望会以外の天文台の児童生徒向けの観測と一般向けの工作教室を紹介する。

2. 小学生、中学生の日食観測（食分の変化から日食の特徴をとらえる）

ハートピア安八天文台のジュニア天文倶楽部（小学 5 年～中学 1 年生）の 1 月の部分日食の写真観測から後述の①～⑤のことが分かった。



図3 日食の写真から食分を求める

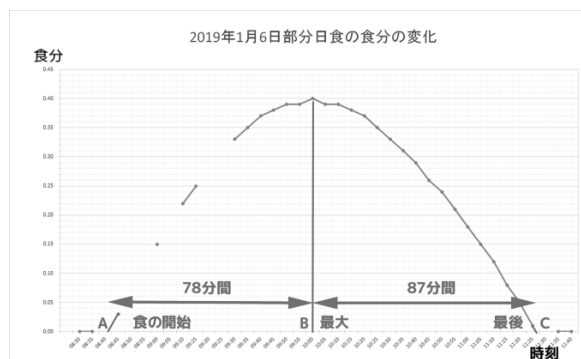


図4 2019 年1月6日の部分日食での食分の変化(写真から求めた)

①写真から求めた食分

図3は2019年1月6日の部分日食の観測で撮影した日食写真から食分を求めたものである。月、太陽に外接する正方形をパソコン上で描き、対角線を引くことによってそれぞれの中心を求めている。月太陽の円の輪郭上に中心を持つ小円を一部重なるように複数描き、小円の交点を通る直線で中心を求める方法など、幾つかの方法で中心を求めたが、前述の正方形を使った方法が最も簡単で正確であった。月、太陽の中心を結んだ線上で日食の欠け幅を図り食分を求めた。直径などを求めた数値は、写真データのピクセル数である。(解像度の設定により変更することができる。)

②日食の開始、最大、終了の時刻

図4は2019年1月6日の部分日食の観測写真から求めた食分の5分おきの変化をグラフにしたものである。グラフが破線(空白)になっている個所は、曇りで撮影不能だった個所である。食分のグラフを外挿し、X切片を求めることにより、日食の開始(A: 8h41m42s)と終了時刻(C: 11h26m43s)を求めることができた。また、グラフの最高点が食の最大(B: 10h00m00s)にあたる。

日食の開始時刻と終了時刻をステラナビゲータで調べると、それぞれ8h41m50sと11h26m22sであった。

③食分変化の山型のグラフの形状は部分月食の食の深さで変わる

山型グラフでは、食の開始と終了近くでは時間当たりの食分の変化が大きく、山の斜面が急で、食の最大付近では変化がなだらかである。

この理由を図5に示すイメージ実験で考えた。食が浅い時は、月の移動が食分を求める際の欠け幅方向に動くのに対し、食が深いときは月が欠け幅に対して横方向に動いている。これにより、月の動きが大きく食分に影響するのは、日食の始めと終わりであることが分かる。

一方、食の最大の頃は、月の円周の形状が食分の変化に大きく影響を与えている。

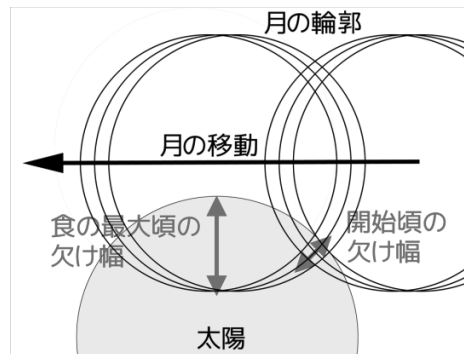


図5 欠け始めと食の最大の頃の食分の変化

④食の最大を挟んで前半と後半の時間が異なる

当初は漠然と食の最大を挟んで前半と後半は、同じ時間であると考えていたが、実際には前半が短く、後半は9分間長かった。この理由については、今後の課題である。

⑤日食時の月の移動

図6は日食時の月の移動を示した図である。月が緩いカーブを描いて移動しているが、食の前半と後半では、そのカーブの曲率が異なっている。撮影時にカメラが微妙に回転してもこのようなカーブ

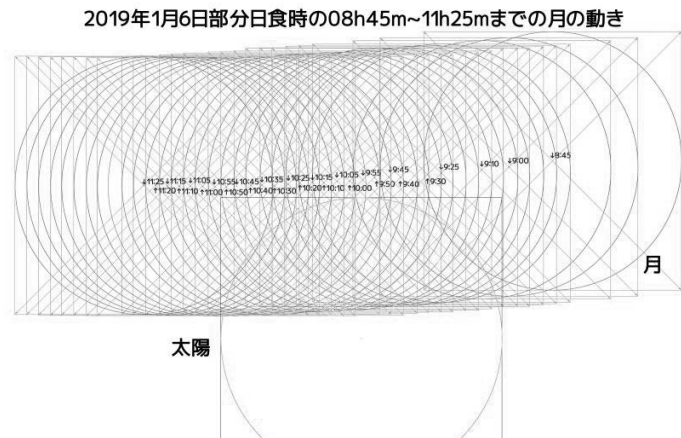


図6 2019年1月6日の部分日食での月の移動

を描いた移動になるので、その影響があったかどうかを精査する必要がある。黒点があれば回転の影響を補正することができるが、あいにく当日は無黒点であった。

⑥丸い地球の形状と自転が日食におよぼす影響

今後の課題として、食の最大を挟んで前半と後半とでかかる時間が異なる原因を、丸い地球の形と自転を考慮してその理由を考察していきたい。中学までの算数、数学を使って解いていくので、指導では、作図や模型実験での指導を通して子どもたちの理解を深めていきたい。

そのために、2019年12月26日の部分日食では、追尾を止めた写真も撮影し、日周運動により東西方向を確定させ、より精度の高いデータを得たいと考えている。

3. 天文工作教室で日食に迫る

ハートピア安八天文台・プラネタリウムではオリジナルの学習支援教具を多く作成している。2019年12月の部分日食に向けて、二つの天文工作教室を計画している。

① 簡単日食早見盤

図7は、始めの日食の日にちを指定することにより、次回、次々回の日食を予言する日食早見盤である。星座早見盤の年間の月日目盛りと、朔望月の目盛りを組み合わせ、食のシーズン（白道面の傾き）を考慮すると、簡単な日食早見盤を作ることができる。

（日付目盛りは閏年を考慮していないので、当該年は1日ずらす必要がある。）

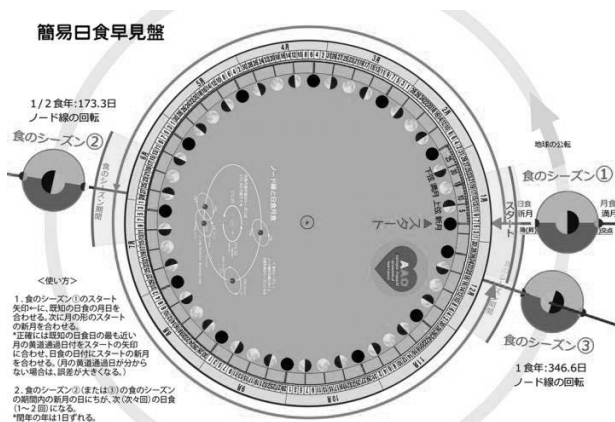


図7 簡易日食早見盤

②食のシーズンを考慮した日食模型（三球儀）

月は地球の周りを回る公転運動で、天球上を西から東へと動いているが、新月時に太陽と同一黄経を通過する時に太陽の正面を通るか、北又は南を通るかで日食になるか否かが決まる。この差は黄道に対して、白道が約5度傾いていることによる。昇交点または降交点付近で新月になることが日食になる条件である。この条件を満たす日食が起きる時期を食のシーズンと呼んでいる。白道の傾きが星間空間で一定であれば、ちょうど半年ごとに食のシーズンが訪れるが、実際には1年で約19度公転と反対方向に回転している。これにより1食年（月の昇(降)交点が地球・



図8 欠け始めと食の最大の頃の食分の変化

太陽を結ぶ線上に位置した時から、次に同じ位置関係になるまでの期間)は、約347日となる。これらから、日食にならない新月と日食になる新月を考えたとき、次の点が特に重要な要素となることが分かる。

ア) 1朔望月 イ) 白道の傾き ウ) 白道の傾きの回転

これら3つの要素を模型で反映させれば、おおよそ日食になる新月とならない新月とを再現することができる。

図8の写真は、3つの要素を考慮し作成した日食模型である。写真左は日食になった新月で、右はその1朔望月後の新月である。右の写真では模型の地球に月の影が落ちていない。日食になっていないことは、背景の白紙に投射された影で、月影が地球のその北側にあることでも分かる。模型では地球と月の間隔を実際の比率より狭くしているので、白道の傾きを実際よりも大きくしている。このことによって、白道の傾きが視覚的にも分かりやすくなり、地球の北、または、南を通る新月(月の影)も分かりやすくなっている。

食のシーズンでは、日食と月食が対で起こる。この模型では太陽光にLEDライトを使っているので、光束が末広がりには拡散している。このため月食については、地球の影が意図以上に広がってしまい、実際よりも多く月食が再現されてしまう。この模型はあくまでも日食モデルである。光源の工夫は一つの課題である。しかし、それでも人気のある模型なので、いつの日にか天文工作教室を企画したいと考えている。

4. おわりに

日食は、天文愛好家はもちろん、普段は星空を見上げることが少ない一般の方々にも注目の天文現象である。この機に単なる観望だけではなく、初歩的な観測や工作教室などの体験を通した天文普及に取り組んでいる。

日食の写真から何が分かるか。小学生高学年から中学生にかけて分かりそうな課題を、子どもとともに見出していくのは楽しく、私にとっても新鮮な発見をもたらしてくれる。ハートピア安八天文台で、児童生徒向けの初歩的な観測活動を始めたのは、2012年の金環日食からである。

工夫次第で色々と興味深い機能を持つ模型など作成できるのが、オリジナル教具のいいところである。日頃の教育支援活動の中から、「あともう一步分かりやすくするためには、」という思いからアイデアを出している。さらに興味深く天文現象を再現するアナログな教具を目指している。市販品や他の施設での工作とも少し違う味を出していきたいと考えている。

2019年は2回の部分日食がある。日食を一つの節目として天文台の天文普及活動の立ち位置を見つめ直し、新たな一步を踏み出したいと思う。

この発表に関して、貴重なご意見やご感想をいただけたら幸いである。

可視分光器 Alpy 600 の試験観測

山村 春香、安藤 和子、福田 尚也 (岡山理科大学)

Report on the Observations Using An Optical Spectroscope of Alpy 600

Haruka Yamamura, Kazuko Andou, Naoya Fukuda (Okayama University of Science)

Abstract

Alpy 600 is one of the popular optical spectroscopes for amateur and professional astronomers mainly in Europe. The maximum resolution is $R=600$ and covers the wavelengths from 370 to 750nm. We introduced the Alpy 600 spectroscope and its attachments to our small telescope system at Okayama University of Science Observatory. We report the system specification and some preliminary observational results.

1. はじめに

Alpy 600 はフランスの Shelyak instruments 社製の分光器である。これまでの観測で我々が使用してきた DSS-7 (SBIG 社製) に加えて、新たに分光器 Alpy 600 を使用するための試験観測を行った。

2. Alpy 600 について

Alpy 600(図 2.1)は非常にコンパクトであり、重さは 200g と軽量である。スリット幅は $25\mu\text{m}$ 、 $50\mu\text{m}$ 、 $100\mu\text{m}$ 、 $300\mu\text{m}$ 、ホール幅は 3mm、25mm のプレートが付属している(図 2.2)。また、分光素子はグリズムを使用しており、Shelyak instruments 社が公開している Alpy 600 User Guide では適正な望遠鏡の F 値は F/5 とされている。図 2.3 はオプションパーツのガイディングモジュールに Alpy 600 と CCD カメラを取り付けた様子である。



図 2.1 Alpy 600 の本体部分

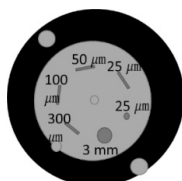


図 2.2 スリットの配置図

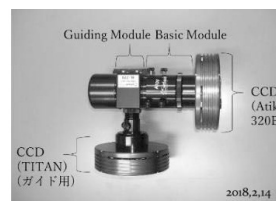


図 2.3 Alpy 600 と CCD カメラ

Alpy 600 と DSS-7 の基本性能について比較したものを表 2.1 にまとめた。以下の比較から Alpy 600 は DSS-7 と比べ、高分散、高分解能であることが分かる。

特徴	DSS-7	Alpy 600
分散	$5.4\text{\AA}/\text{pixel}$	$2.4\text{\AA}/\text{pixel}$
分解能	$15\text{\AA}$ ($\lambda \sim 6000\text{\AA}$ で $R=400$)	$10.8\text{\AA}$ ($\lambda \sim 6500\text{\AA}$ で $R=600$)
速度分解能	$H\alpha$ ($6562.8\text{\AA}$) で 700 km/s	$H\alpha$ ($6562.8\text{\AA}$) で 500 km/s
スリット幅	$50\mu\text{m}$, $100\mu\text{m}$, $200\mu\text{m}$, $400\mu\text{m}$	$25\mu\text{m}$, $50\mu\text{m}$, $100\mu\text{m}$, $300\mu\text{m}$
観測波長域	$3800\text{\AA} \sim 7800\text{\AA}$	$3700\text{\AA} \sim 7500\text{\AA}$
重さ (本体のみ)	780g	200g

表 2.1 Alpy 600 と DSS-7 の基本性能の比較

3. CCD カメラについて

今回の試験観測では、スペクトル取得用に Atik 320E、モニター用に Atik Titan の CCD カメラを使用した。基本性能を表 3.1 にまとめた。Titan は冷却のオンオフができない製品である。

種類	Atik 320E (スペクトル取得用)	Atik Titan (モニター用)
CCD 素子	Sony ICX274	Sony ICX424
画素数/サイズ	1620×1220pixel (4.4 μ 角)	659×494pixel (7.4 μ 角)
画素エリア	197 万画素 (7.12×8.36mm)	32.5 万画素 (4.8×3.6mm)
ビット数	16 ビット (65536 階調)	16 ビット (65536 階調)
冷却能力	(外気より) -25℃	(外気より) -20℃ (自動調整)
重さ	350g	350g

表 3.1 Atik 320E と Atik Titan の基本性能

4. 試験観測

装置を Vixen ED80sf(有効口径：80mm、焦点距離：600mm(F=7.5))の屈折望遠鏡に取り付け、試験観測を行った。設置については、バランスとアタッチメントプレートの問題から、アタッチメントマルチプレートを使用した。そして、アタッチメントマルチプレートにカメラを設置し、バランスをとった。また、ピント合わせのためにガイディングモジュールの前にプリズムを設置した(図 4.1)。

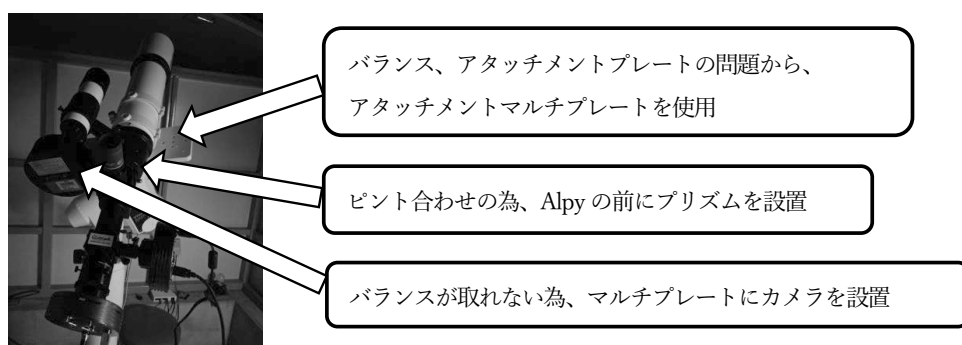


図 4.1 Vixen ED80sf に取り付け様子

室内実験と屋上実験を繰り返し、天体の導入を試みたが、図のようにシャープな像をとらえることができなかった(図 4.2)。これは色収差によるものと考えられる。そのため、望遠鏡のピント合わせのために望遠鏡を Celestron Edge HD800(有効口径：203.2mm、焦点距離：2032mm(F=10))のシュミットカセグレン式望遠鏡に変更した。そして望遠鏡の F 値は F=10 であるため、Meade F/6.3 のレデューサーにより F=6.3 にし、キャリブレーションモジュールを取り付けた(図 4.3)。

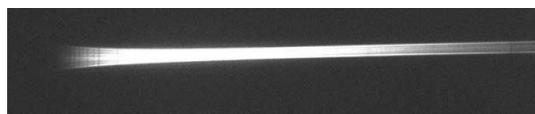


図 4.2 2018 年 10 月 31 日 ベガ

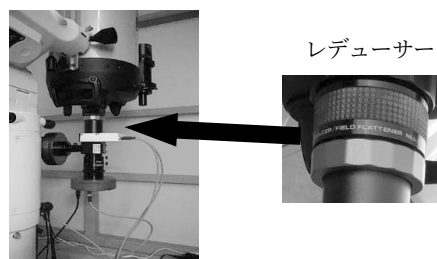


図 4.3 Celestron に取り付け Alpy 600

・駆動、制御系について

今回使用した赤道儀、制御ソフト、遠隔操作システムは以下の通りである。

- ① 赤道儀：Vixen SXD2
- ② 制御ソフト：ステラナビゲーター10
- ③ 遠隔操作システム：TeamViewer（ソフト）

・キャリブレーションモジュールについて

キャリブレーションモジュール(図4.4)の波長校正用光源はAr/Ne、FF用ランプはハロゲンランプである。重さは300gであり、サイズは100×95×30mmである。図4.5はキャリブレーションモジュールを用いて得られたスペクトルである。

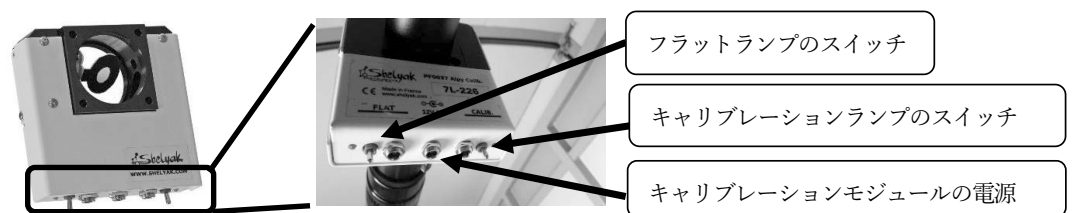


図4.4 キャリブレーションモジュール

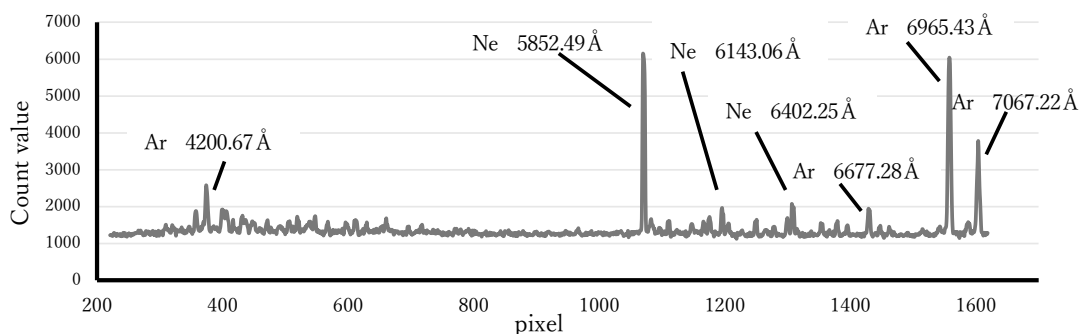


図4.5 キャリブレーションモジュールを用いて得られたスペクトル

・ピント合わせについて

ユーザーガイドによると、ピント合わせは分光器→ガイドカメラ→望遠鏡の順で行うのが良いとされている。実際にピント合わせを行うと、Titanは隙間が2mmとなった。しかし、深さが3.2mmであるため、2mmも隙間が空いてしまって望遠鏡とのインターフェースが不安定になってしまった。そのため、ワッシャーなどを間に挟んで補強する必要があると分かった。

5. データ解析

今回、以下のソフトを用いてデータ処理・解析を行った。

- ① すばる画像解析ソフト Makalii
- ② 分光観測画像解析ソフト BeSpec
- ③ Demetra

DemetraはShelyak instruments社が開発したAlpy専用のソフトウェアである。単独で処理・解析が可能であり、スペクトル解析だけでなくCCDカメラを接続し、画像取得も行うことができる。

・代表的なスペクトル

観測で得られたスペクトルのうち、アルキオネ(図 5.1)とシリウス(図 5.2)を以下に示す。また、図 5.3 と図 5.4 は得られたアルキオネとシリウスのスペクトルをそれぞれ BeSpec で解析したものである。そして Demetra での解析については、Demetra に付属しているデモファイルのデータ解析結果を図 5.5 と図 5.6 に示す。



図 5.1 アルキオネ (2019 年 1 月 22 日、露出時間 10s)



図 5.2 シリウス (2019 年 1 月 22 日、露出時間 0.1s)

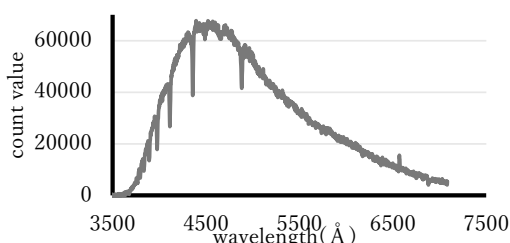


図 5.3 アルキオネ

(2019 年 1 月 22 日、露出時間 10s)

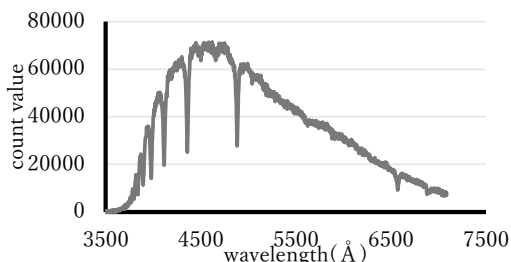


図 5.4 シリウス

(2019 年 1 月 22 日、露出時間 0.1s)

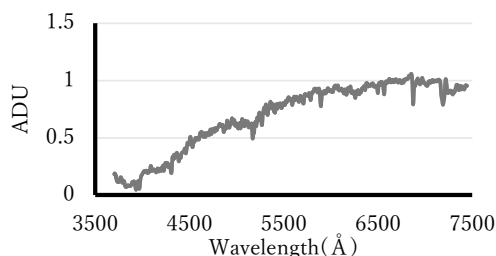


図 5.5 アークトゥルス

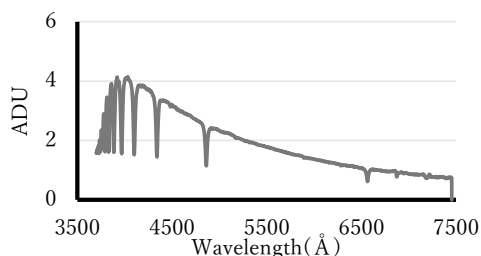


図 5.6 ベガ

6. まとめ

Alpy 600 には専用のガイディングモジュールがあり、ミラースリットとガイディングミラーが付属している。それによりスペクトルを取得しながらモニター用 CCD が使えるため天体の導入と追尾が容易である。また、CCD カメラ、Alpy 600 を合わせても非常に軽いため、小型望遠鏡では逆にバランスをとることが難しい。そのためマルチプレートにカメラを設置し、バランスをとるなどの工夫が必要である。そして試験観測をするにあたり、2 つの CCD カメラのピント合わせには苦勞し、試行錯誤が必要であった。また、スリット調整にも多少時間がかかった。

7. 参考文献

- ・ "Alpy 600 spectroscope User Guide" (Shelyak Web ページ)
- ・ "Alpy guiding module User Guide" (Shelyak Web ページ)
- ・ "Alpy calibration module User Guide" (Shelyak Web ページ)
- ・ "Demetra User documentation" (Shelyak Web ページ)
- ・ "Atik Titan User Manual" (ATIK CAMERAS Web ページ)
- ・ "Atik Series 3 User Manual" (ATIK CAMERAS Web ページ)

圭表儀による観測研究の成果を史跡の保護に生かす ～会津藩校日新館天文台跡と丘中学校科学部天文班の活動～

宮下 和久（塩尻市立丘中学校）

Achievements of student's study to be beneficial for remains of ancient astronomical observatory.

Kazuhisa MIYASHITA (Oka junior high school)

Abstract

In 2018, the remains of Aizu observatory on Edo era became an astronomical heritage of Japan. Gnomon called Keihyogui which was the most important instrument of the Aizu observatory has been reconstructed by preservation group. The knowledge about design, structure and usage studied by the science club students of Oka junior high school are beneficial for reconstruction of the Aizu gnomon. Students have been learned a lot from communications with people who are interested in the historic preservation.

1. はじめに

平成 29・30 年改訂の新学習指導要領では「主体的・対話的な深い学び」が求められるとし、また、社会との連携・協働の重要性についても強調されている。これらについて文部科学省が公開している資料の一部を図 1 に示す。その中で、社会と目標を共有し、社会とかわりあい、連携しながら、深い学びをする中で、生きる力を身に付けることが大切である、と示されている。筆者は丘中学校科学部の顧問として生徒たちの活動を支援・指導する上で、理科学的な研究や追究だけでなく、その成果を元に、学校周辺の地域の人々、そして時には天文関係の全国の方々とのコミュニケーションや協働する活動が大切であると考えてきた。本稿では、科学部天文班の生徒たちが進めてきた圭表儀による観測と、福島県の会津藩校日新館天文台跡保護推進プロジェクトの方々との交流についてこれまでの経過をまとめながら、これからの科学系の部活動における活動創りの望ましい在り方について考察する。

【これからの教育課程の理念】

よりよい学校教育を通じてよりよい社会を創るという目標を学校と社会とが共有し、それぞれの学校において、必要な教育内容をどのように学び、どのような資質・能力を身に付けられるようにするのかを明確にしながら、社会との連携・協働によりその実現を図っていく。

＜社会に開かれた教育課程＞

- ① 社会や世界の状況を幅広く視野に入れ、よりよい学校教育を通じてよりよい社会を創るという目標を持ち、教育課程を介してその目標を社会と共有していくこと。
- ② これからの社会を創り出していく子供たちが、社会や世界に向き合い関わり合い、自分の人生を切り拓いていくために求められる資質・能力とは何かを、教育課程において明確化し育んでいくこと。
- ③ 教育課程の実施に当たって、地域の人的・物的資源を活用したり、放課後や土曜日等を活用した社会教育との連携を図ったりし、学校教育を学校内に閉じずに、その目指すところを社会と共有・連携しながら実現させること。

図 1 「これからの教育課程の理念」 新学習指導要領についての解説資料（文部科学省）より

2. 丘中学校科学部天文班の作った圭表儀と、それを用いた観測

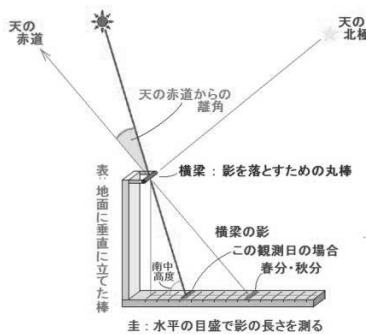


図2 圭表儀のしくみ

丘中学校科学部天文班は 2013 年に「自分たちの力で、太陽の動きを正確に調べてみたい。」との思いから、江戸時代まで使われていたようなレンズを用いないような天体の位置を測る用具を自作して太陽の動きを調べ始めた。また、2014 年からは、一年の太陽の位置を調べるために、圭表儀を工夫して自作し、それ以来、週に一回の観測を 6 年間継続してきている。圭表儀とは、地面に垂直に立てた棒の影の長さを測定する器具であり、江戸時代までは、天球上での太陽の年間の動きを観測して暦づくりに役立てられていた。中国の周の時代には用いられていたとされており、そうであるならば 2000 年を超える歴史を持つ観測器具であるといえる。その間、元の時代には郭守敬によりピン

ホールやスリットを使って太陽像や棒の影を鮮明に映し出す手法が開発され、日本においては寛政暦(1798 年)作成のための観測に際して独自の工夫が加えられ、より精密な観測ができるように改良がなされた。丘中科学部の生徒たちの、圭表儀を含む器具製作や観測の歩みは、まず自らで様々な工夫を行い、疑問点を資料で調べて改良する、というものであった。それらの中で、観測データから、地球軌道に対する太陽の離心率を精度良く求めるなどの成果を上げてきた。また、研究結果を、日本天文学会ジュニアセッションや日本天文愛好者連絡会(JAAA)等で発表するとともに、学校の文化祭や近隣の公民館で開催した発表会でも、口頭発表だけでなく、ポスター発表を通して来場者と積極的にコミュニケーションする活動を計画・実行してきている。

3. 会津の方々からの要請

会津藩校日新館天文台跡は現存する日本最古の天文台史跡であり、2018 年に日本天文遺産として登録された。これは、会津若松市で活動する会津藩校日新館天文台跡保護推進プロジェクト(以下プロジェクトと略称)の人々の尽力により実現に至ったものである。この指定に先立つ 2016 年に、プロジェクト代表の薄謙一氏は江戸時代の古文書に同天文台と圭表儀らしい器具が描かれているのを見つけ、その復元を計画した。そのために圭表儀について詳しい情報を得たいと考え、各所に問い合わせをしている中で丘中学校科学部天文班(以下、天文班と略記)の活動を知った。そこで、天文班にメールを送り、次の 3 点について問い合わせた。

- (1)江戸時代、圭表儀はどんな目的で使われていたのか。
- (2)どのように観測するのか。
- (3)どのような仕組みで、どのように作ればよいか。

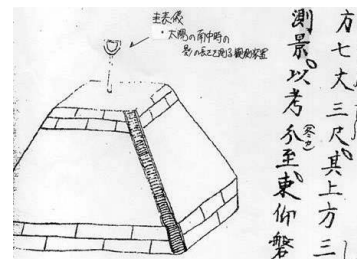


図3 圭表儀が描かれた古文書(日新館志巻之二)

4. 要請を受けての天文班の取り組み

問い合わせの(1)については、生徒たちは「暦づくりのため。」と返答した。しかし、(2)と(3)には、即答することができなかった。それは主として圭表儀のサイズに関わる問題であった。生徒がメールで送られてきた古文書の絵図(図3)を使って、土台(天文台)の高さと比較して求めたところ、日新館天文台の圭表儀の高さは約 2.4m(八尺)であるという結果となった。このことから、日新館の圭表儀は、伝統的に標準サイズとして用いられていた八尺の圭表儀であると推定された。しかし、その時点で天文班が使っていた圭表儀は、高さが 60 cm(二尺)のものである。大きさが異なれば、製作や観測の方法も異なってくる。そこで、生徒たちは八尺の圭表儀を製作すると決めた。要請に応える意味でも、また観測精度をもっと高めるという目標を達成するためにも、必要

だと考えたのである。生徒たちは、分解・組み立てを可能とする仕組みを考え、そのために組み立てによる横梁(縦の柱の頂部)の真下の点を観測するたびに測って補正するようにした。生徒が考案したこれらの手法は、後日、寛政暦書(1798年)を読んだところ、その中に記された圭表儀の図や用法と共通点が多いことが確認できた。2017年5月から新たな八尺の圭表儀による観測が始まり、図4に示すように、地球の公転は一定でなく、太陽との距離によって変化していることを示す結果を得ることができた。

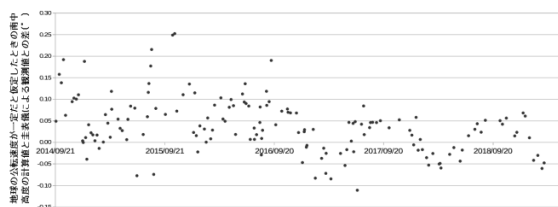


図4 圭表儀による観測結果(公転速度が一定だと仮定しての計算値と観測値の差)

5. 会津若松での発表(2017年)

2017年7月に、日新館天文台跡保護推進を目指した初のイベントが会津若松市の福島県立博物館で開催され、天文班の生徒たちはそこに招かれて研究発表を行うことになった。45分という中学生にとってたいへん長い発表時間であったが、生徒たちは自分たちで原稿を書き、プレゼンテーションスライドを作り、約1か月をかけて準備を整えた。そして、「貴重な天文遺産を保護し、未来に残すプロジェクトに貢献する」という目標を確認し合って、会津若松に出かけた。



図5 日新館天文台跡の見学

会津での発表は、生徒たちが自分たちの言葉を使って丁寧に語り、圭表儀の組み立ての様子も見ていただいたことから、訪れた方々にたいへん好評であった。発表後に、聞いていただいた人たちから声をかけていただいたり、質問していただいたりする中で、生徒たちは天文や遺跡保護に関心を寄せる方々の思いを感じ取ることができた。翌日、生徒たちは日新館天文台跡を見学した(図5)。そして、一部が削り取られてしまっている様子に驚き、遺跡保護の厳しさや難しさという「現実」に向き合うことになった。遺跡を見学した生徒たちの感想は次のようなものだった。

「住宅のすぐそばに目立たずひっそりとしていた。登ってみると、当時ここで観測していた人の気持ちがわかるようだった。唯一残っている江戸時代の日本の天文台が、誰にも気に留められない感じで、このままだとおそろしくなくなってしまうのではないかと感じた。(3年女子)」

「今は三分の一しか残っていないが、そこで観測をしていたと思うと、この遺跡が『まだ生きている』と感じられた。(2年男子)」

6. その後の取り組みと会津若松での再度の発表(2019年)

天文班の生徒たちはそれ以降も圭表儀による観測を続け、精度を向上するための工夫を積み上げてきた。その中で2019年には、水平面にできる太陽の像が楕円になることが精度に影響していることに気づき、解決方法を考案した。そして、寛政暦書の中にそのために使ったと思われる器具(景筐)を見つけ、その復元に取り組んだ。同じ頃、プロジェクト代表の薄氏も景筐に注目し、天文班に問い合わせがなされた。そこで、新たな取り組みの成果を発表するために、天文班は2019年8月に会津若松を訪れた。復元施設の日新館の天文台の上に自分たちの八尺の圭表儀を設置してみるなど、遺跡保護への関心を高めてもらう活動をした後、プロジェクト主催のイベントで新たな研究成果を発表した。復元した景筐をプロジェクトに贈呈するとともに、復元とその根拠となる研究についてポスター発表を行った。大勢の方々と相手に話す中で、生徒たちは、自分たちの研究を一般の方々にわかりやすく説明するにはどうしたらよいか、について悩みながらも、簡単な言葉で端的に話すことの大切さに気付いていった。会場の外の通路で行った二尺の圭表儀の観測実演は、興味を持って多くの方に興味を持っていただくことができ、小学校低学年の子から

も、「おもしろい。昔の人ってすごい。」という感想をもらった。後日、プロジェクトのメンバーの方から、「訪れた会津の方が、『私たちの先人が、当時の先端の観測をしていたということがわかって、とても誇らしく思った。』と喜んでいました。」とお聞きすることができた。

7. 活動を通して得た、生徒たちの学び

この一連の活動を通して、生徒たちは様々な学びをすることができた。一つは、設計・製作・観測などの具体的な活動場面における、「自分の目で見、自分で考える。」という、自ら追究を進めることの大切さについての学びである。発表文づくりも含めて、互いに協力しながら目標に向けて地道に粘り強く努力することで、成果や達成感を得たことは、工夫して解決する力や表現力を高めることにつながったと考えられる。

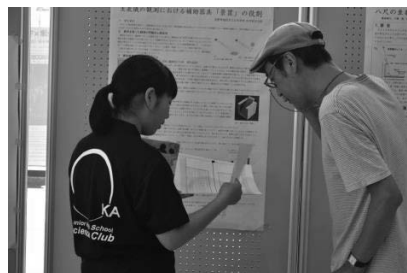


図6 景筐についての発表

もう一つの学びは、多くの方々とのコミュニケーションの中で、たくさんのことを得て、成長できたことである。都合で発表に参加できなかった生徒(3年女子)は、忙しい生徒会の役員の仕事の傍ら、プレゼンソフトを使い、圭表儀についてのわかりやすい解説ビデオを制作し、顧問に託した。景筐を苦勞して復元した生徒(2年生男子)は、会津の発表会場で「ぜひ受け取ってください」と言いながら、自らの作品を手渡したとき、代表の方に喜んでいただいたことに、喜びと達成感を持った。景筐に貼られた紙の色について発表した生徒(1年生女子)は、「青以外の色ではだめなの？」という素朴な質問をいただいて、新たな追究のテーマを得た。また、学校の文化祭のポスター発表のとき、地域の方から、「(全く面識のない)会津の人たちにもこうやって(会話しながら)発表したの？」と聞かれた生徒(1年生女子)は、笑顔でこう答えた。「そうです。それが、とても楽しいんです。」

8. まとめ

様々な人とのコミュニケーションや協働、遺跡の見学などを通して、生徒たちが学んだのは「人の思いと営み」だったのではないかと、生徒たちを支えながら共に活動してきた筆者が感じているところである。それらは、生徒が製作や観測、まとめなどの自分たちの科学的な追究だけで得られるものではない。生徒たちが自らの活動の成果を伝え役立てていただくだけでなく、多くの方々からヒントやアドバイスを与えていただいたり、課題について共に考え、取り組んでいただいたりすることを通して、様々な思いや考えに触れることで活動の質が高まり、「より深い学び」につながってきていると考えられるからである。地域の方や研究機関・普及施設などの方々のお話をお聞きして学ぶ、ということももちろん大切であるが、生徒が自ら目的を持ち、更には多くの方と目的を共有して取り組む「双方向の活動」が、部活動も含めた学校現場の教育活動において今後重要になってくるものと考ええる。

終わりに、2017年の発表の折に、当時の天文班長の生徒が語った結びの言葉をもってまとめに代える。「この圭表儀には、私たち丘中学校科学部の歩みの全てが詰まっています。日新館天文台の圭表儀にも、会津藩の人たちのいろいろな思いが込められていたにちがいありません。圭表儀が無事復元されることをお祈りしながら、私たちの発表を終わらせていただきます。ご清聴ありがとうございました。」

追記

2019年7月、会津藩校日新館天文台の圭表儀は、保護プロジェクトにより復元(試作)された。

参考文献

資料4 新学習指導要領について, 2018, 文部科学省, http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shisetu/044/shiryo/_icsFiles/afieldfile/2018/07/09/1405957_003.pdf

天文活動 95 年 ～山口県立博物館の天文活動～

松尾 厚（山口県立山口博物館）

Astronomical Education Activities of Yamaguchi Museum for 95years

Atsushi Matsuo (Yamaguchi Museum)

Abstract

Yamaguchi Museum was founded in 1912 and is the oldest prefectural museum in Japan. Yamaguchi Museum seems to have started astronomical education activities in the 1920s. In this report, I will introduce the history of 95 years of astronomical education activities at the Yamaguchi Museum.

1. はじめに

山口県立山口博物館（以下、山口博物館または当館）は、前身の防長教育博物館（図1）の開館（1912年（明治45年））以来107年にわたり、都道府県立博物館としては最も長く活動が続いている博物館である（動物園等を除く）（1917年（大正6年）から第二次大戦直後までの名称は「山口県立教育博物館」）。現在、山口博物館は山口県教育委員会直営の博物館として、天文、地学、植物、動物、考古、歴史、理工の各分野で活動が続けているが、本稿では主に1970年代頃までの天文活動の歩みを（特に戦前に天文普及活動を展開した恵藤一郎について）紹介する。



図1 明治45年開館の防長教育博物館[1]。山口町（現山口市）の大殿尋常高等小学校旧校舎を利用。

2. 天文活動の始まり

山口博物館が天文分野の活動をいつ始めたかは明確でない。1917年（大正6年）及び1922年（大正11年）の年報[2]の陳列品目録には、天文関係資料は見当たらない。1924年（大正13年）の年報には「月球運動説明器」なるものの購入が記録されており、「地球より観た月の満ち欠け、及び月食の理由を簡単に説明する装置」との補足がある。この頃には天文関係の展示が始まっていたものと思われ、本報告のタイトル「天文活動95年」は、この年を起年としている。

天体観望会などの教育普及活動については、1917年（大正6年）から残されている館務日誌（欠巻あり）[3]を点検したところ、最初の観望会の記録は1934年（昭和9年）9月21日の「月を観る会」であった。ただし1932年（昭和7年）には15cm反射望遠鏡を購入しているの[2]、遅くともこの頃には観望会などを



図2 山口県立教育博物館での日食観望会の準備の様子を伝える記事（写真は博物館の裏庭）[1936年（昭和11年）6月18日 大阪朝日新聞]

始めていたものと思われる（1932年及び1933年の館務日誌は欠巻。また館務日誌には、全ての行事が記載されているとは限らない）。

1936年（昭和11年）には大規模な日食観望会（山口での食分0.64、当日の参加者は400人以上）を開催している（図2）。さらに、1941年（昭和16年）9月には、博物館前庭にスライディングルーフの天体観測室を新築して、重錘駆動の10cm屈折赤道儀（五藤光学）を設置し（図3）、早速、同年9月21日の日食観望会（山口での食分0.7）に活用した。その年には引き続き「仲秋の名月を観る会」「土星を観る会」などを開催している。

この観測室は現代から見れば小規模な施設であるが、当時としては全国に希少な公開天文台である。公開天文台の開設としては、倉敷天文台（1926年）、国立科学博物館（1931年）に次ぐものになるのだろうか[4]。



図3 天体観測室設置の記念撮影。据え付けの10cm屈折赤道儀をはじめ、いくつかの望遠鏡が写っている。後方は当時の山口県立教育博物館本館（1941年）。

3. 恵藤一郎氏のこと

前述のように山口博物館の天文活動が盛んになったのは、1932年（昭和7年）からのようである。ちょうどこの年の4月に恵藤一郎（えとう いちろう）が山口博物館主事（副館長相当職）として着任した（図4、5）。恵藤は当館着任前から天文には相当な興味を持ち、造詣も深く、当館の天文活動の開拓者になった。恵藤は1926年（大正19年）頃から現在の東亜天文学会（初期は天文同好会、後に東亜天文協会）の山口支部役員を務め[5]、機関誌「天界」にも寄稿している[6]。天文教育関係の著作もあり、天体望遠鏡の研究[7]などは相当に詳しい内容である。

恵藤は全国的には鍾乳洞などの洞窟の調査で著名で、山口博物館退職後は新設された秋芳町立秋吉台科学博物館（現在は美祢市立）の初代館長に就任している。もっとも当館においては活動の中心は天文にあったようで、洞窟関係の調査記録等は残されていない（在職中は国宝、史跡名勝天然記念物等の文化財の調査保存に力を尽くしたとのこと[8][9]）。なお、当館退職後には秋吉台・秋芳洞の保全活動に活躍し、大きな功績を残している。以下に恵藤氏の略歴を掲げる[8]～[12]。

1894年（明治27年）7月 山口県美祢郡秋吉村（現在の美祢市）に生まれる

1914年（大正3年）3月 山口県師範学校卒業、その後主に秋吉台周辺の小学校に訓導として勤務（19歳）

1925年（大正14年）6月 良城（りょうじょう）尋常高等小学校（現在の山口市）校長（30歳）



図4 恵藤一郎（左端）と天体観測室。右側の学生は山口県立山口中学校の日食観測隊（1941年9月）。

1932年(昭和7年)4月 山口県立教育博物館主事として着任(37歳)
 1945年(昭和20年)4月 山口県立教育博物館の疎開事務を終えるとともに職を辞す(50歳)、その後村会議員、秋芳町(秋吉村等の合併により誕生、現在は美祢市)の各種役職を勤めるなど郷里で活躍
 1959年(昭和34年)4月 秋芳町立秋吉台科学博物館初代館長に就任(64歳)
 1959年(昭和34年)11月 秋吉台の学術研究に尽くした功績により山口県選奨(文化功労者)を受ける(65歳)
 ※[8][9]等には山口県文化功労賞受賞とあるが、山口県教育委員会に確認したところ、文化功労賞とは別の山口県選奨(文化功労者)を受けているとのこと[10]。



図5 晩年の頃の恵藤一郎
(撮影年不詳)

1959年(昭和34年)12月 病のため逝去(65歳)

※山口県選奨の他、表彰多数。また、秋吉台・秋芳洞に関係する化石・動物などの学名に恵藤の名前が付されたものがいくつもある。なお、恵藤一郎氏の関連資料は秋吉台科学博物館に保管されており、筆者も調査に出向いている。

4. 第二次大戦後の天文活動

終戦直後は、疎開させていた収蔵資料の引き揚げ、軍事関係資料の整理など混乱が続いたが、1950年(昭和25年)頃には徐々に体制が整ってきたようである[1]。1957年(昭和32年)の博物館要覧[13]には、事業の一つとして「天体望遠鏡、星座投影器、スライド等による天文講座の開設」が掲げられ、三球儀や天体写真などの展示が掲載されている(図6)。1963年(昭和38年)には直径4m近くの大きな十球儀(モーター駆動で9つの惑星が太陽の周りを公転する)を購入し、天文のメイン展示となった。

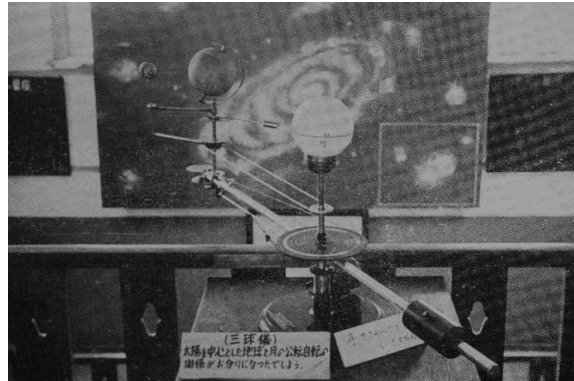


図6 1956年(昭和31年)頃の天文展示の様子[13]

1967年(昭和42年)の改築に伴い、独立した天文展示室(改築開館直後は宇宙開発・天文展示室)が与えられた。屋上には5m天体ドーム(アストロ光学)が建設され、20cm屈折赤道儀(日本光学)が据え付けられた(12.5cmアストロカメラ同架、光電測光装置を別途購入)。当時としては立派な公開天文台施設である(図7)。この改築の前年(1966年度)から、専任の天文担当者が一人配置されるようになった(それまでは地学等との兼務)。

その後、20cm屈折による観望会開催や、県内各地の野外活動施設を利用した「夏休み天文講座」など、さまざまな教育活動に取り組んできた。1961年(昭和36年)の山口県天文研究会(後の山口県天文協会)設立時からその事務局を引き受けるなど[14]、地域の天文関係団体・天文ファンとの連携にも努めた。

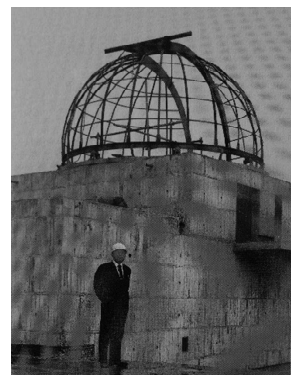


図7 屋上に建築中の5m天体ドーム(1966年頃)[1]

5. その後の天文活動

筆者は1987年(昭和62年)4月に山口博物館に着任し、現在に至るまで主に天文担当学芸員とし

て32年余を勤めてきた。筆者着任後の活動については、折々に本研究会の年会や会誌「天文教育」等で報告しているので本稿では割愛し、現状の写真を掲載するに留める（図8～10）。

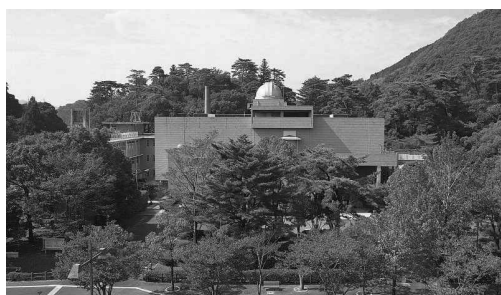


図8 山口博物館前景（現状）。屋上に5m天体ドームが見える。



図9 2012年の展示更新後の天文展示室（現状）、中央は直径4mの太陽系運行模型（九球儀）。各惑星の模型が1年を1分間として太陽の周りを回る。土星は環の傾きを一定に保ったまま公転する。

6. おわりに

山口博物館での天文分野の活動は、時代の波はあったにせよ比較的平穏に継続されたように思う。これは県民の方々をはじめ関係者の支えと、その時々山口博物館職員の努力によるものと思うが、100年近くの間、様々な天文教育普及活動に取り組むことができたのは「博物館」という比較的認知された枠組みに支えられた面が大きいと考えている。戦前は「教育博物館」として多くの児童生徒の利用を得て、戦後も県教育委員会の管理運営のもと、また（登録博物館なので）博物館法を根拠として、多様な活動に取り組むことができた。

現在、山口博物館は築50年以上を経た建物の老朽化と狭隘化が限界に達しており、この解決が喫緊の課題となっている。近い将来に山口博物館やその天文分野に、何らかの動きがあるだろう。今後とも引き続き山口博物館への支援をお願いしたい。



図10 ドーム内の20cm屈折赤道儀（現状）

参考文献

- [1] 「山口博物館100年のあゆみ」, 2012, 山口県立山口博物館
- [2] 「教育博物館年報」(初期は「本館報告」など別タイトル), 1917-1932, 山口県立教育博物館
- [3] 「館務日誌」, 1917-1945 (欠巻あり), 山口県立教育博物館
- [4] 「日本の天文学の百年」, 2008, 日本天文学会百年史編集委員会(編), 246, 恒星社厚生閣
- [5] 「(本部・事務所・支部の一覧)」, 1926, 天文同好会, 天界, No. 68, 奥付ページ
- [6] 「弔いの言葉 (中村要氏追悼文)」, 1932, 恵藤一郎, 天界, No. 140, 505
- [7] 「天体望遠鏡の研究」, 1927, 恵藤一郎, 山口県教育, No. 318, 19-31, 山口県教育会
- [8] 「故恵藤一郎先生をしのんで「秋吉台科学博物館長恵藤一郎氏略歴」」, 1961, 秋吉台科学博物館, 秋吉台科学博物館報告, No. 1
- [9] 「初代館長恵藤一郎氏略歴 一胸像除幕記念一」, 1966, 秋吉台科学博物館
- [10] 「被選奨者事績概要」, 1959, 山口県
- [11] 「自筆履歴書」, 恵藤一郎, 美祢市立秋吉台科学博物館保管
- [12] 「秋吉台・秋芳洞の人物史3「恵藤一郎 一秋吉台をまもる一」」, 1985, 秋吉台科学博物館
- [13] 「山口博物館要覧」, 1957, 山口県立山口博物館
- [14] 「銀河 (山口県天文研究会誌)」, 1961, 山口県天文研究会, No. 1, 奥付ページ

学校プラネタリウムを利用した天文クラブ交流会の実施 2

松本直記(慶應義塾高校)、相川弘二(東京都市大学付属中学高校)、
石田光宏(横浜サイエンスフロンティア高校)

Implementation of Astronomy Club Exchange Meeting using School Planetarium 2

Naoki Matsumoto (Keio Senior High School), Kouji Aikawa (Tokyo City Univ. Jr & Sr High School), Mitsuhiro Ishida (Yokohama Science Frontier High School)

Abstract

Using a school planetarium, an exchange meeting of astronomical clubs in which students perform is planned and implemented. In addition to exchanging students with each other, professional planetarian was invited to improve the performance technique. Professional planetarian gave guidance on student performance and model performances. We conducted pre and post-questionnaires for participating students and examined the effects of the exchange.

1. はじめに

慶應高校にある 8m ドーム・五藤光学 GS-8 初号機のプラネタリウム環境を用いて、複数の高校天文クラブによるプラネタリウム上演を軸とした交流会を企画し実施した。交流することでプラネタリウム上演の意欲を高めるとともに、上演技術の向上も目的とし、プロのプラネタリアンの指導及び模範上演もプログラムに含めた。この交流会の効果を測定し、問題点を明確にするため参加生徒に対し事前と事後のアンケートを実施した。その結果を報告する。

2. 背景

筆者のひとり、相川は、「青春☆プラネタリウム」の立ち上げに関与していた。「青春☆プラネタリウム」とは、「はまぎんこども宇宙科学館」で高校生が自らプラネタリウムを操作し、自ら書いたシナリオを上演する教育プログラムである。このプログラムの定着によってプラネタリウムの器機操作や上演を行う天文系クラブが横浜市内を中心に複数校存在していた。ただし、各校の天文クラブどうしは平常の交流が希薄で互いに刺激を与え合う機会がなかった。



図 1 慶應高校の 8m ドームと五藤光学 GS-8 初号機

3. 講師

この交流会では、同世代の高校生が行う各校の上演を間近に見てお互いに刺激を与え合うだけでなく、上演技術の向上も目的とした。そのために講師としてプロのプラネタリアンを招聘した。講師は前年に引き続き木村かおるさん(科学技術振興財団：当時)にお願いをした。

4. プログラム

交流会は 2015 年にみなと総合、慶應の 2 校で開始され、2016 年は横浜サイエンスフロンティアも加わり 3 校になった。この年は施設見学と松本・相川によるプラネ上演が行われた。2017 年の実施状況は第 32 回天文教育研究会で報告したとおり [1]、この 3 校 27 名の生徒が参

加した。
 実施日 2018 年 7 月 20 日（金）
 参加校 5 校、参加生徒 52 人。
 時程

実機練習 16:00 桜ヶ丘
 16:30 みなと総合 16:45 サイエ
 ンス（慶應高生徒が指導）
 17:00 各校上演開始 各校 10
 分の演技+3 分講評
 18:00 木村先生の模範上演
 18:30 まとめ
 19:00 解散

表 1 参加校と参加人数

参加校	参加者	上演
東京都市大学附属中高	19 人	なし
横浜市立みなと総合高校	5 人	あり
横浜市立横浜サイエンスフロンティア高校	10 人	あり
横浜市立桜ヶ丘高校	15 人	あり
慶應義塾高校	3 人	あり

5. 事前アンケートより

交流会の効果測定、および問題点を明確にするため参加生徒に対し、事前と事後のアンケートを行った。両方の回答が得られたサンプル数は $n=34$ である。

事前アンケートについて考察する。天文に興味を持った時期ときっかけについての設問（図 2）に対し、8 割が小学校、中学校と解答した。きっかけについて小学校においては図鑑の影響力が極めて多く、プラネタリウムや観測会という回答も散見された。中学校になると、映画やマンガ、授業などの多様なメディアの影響が見て取れる。一方、高校については人間関係が影響していることが見て取れる。

交流会に期待することがらの設問（図 3）では他校との交流や上演、技術や知識の研鑽などの回答が得られた。期待度（図 4）については 7 割の生徒が期待していると回答した。



図 2 天文に興味を持ったのはいつ頃ですか？ 図 3 交流会に期待することは？

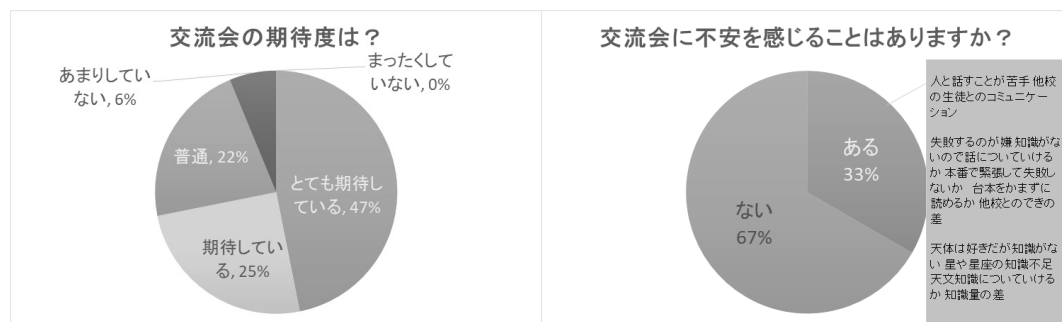


図 4 交流会の期待度は？

図 5 交流会に不安を感じることはありますか？

このような交流会を行う上で、どのようなことを生徒が不安に感じているのか調査するために、交流会に不安を感じることはありますか？という設問も用意した（図 5）。全体では 3 分の 1 の生徒が不安を感じていた。各校で上演を行う 11 人のうち、4 人が不安があると回答していた。これは全体の分布とそう変化はない。心配の内容は、コミュニケーションがうまくできるか、自分の上演に関する心配、自分の知識で理解できるかなどというものが挙げられていた。知識やコミュニケーションを心配した 7 人のうち、6 人が高校 1 年生であった。

6. 事後アンケートより

交流会実施後に各校において事後アンケートを実施した。楽しめたかという設問に（図 6）に対し 9 割を超える生徒がとても楽しめた・楽しめたとの回答だった。「楽しくなかった」回答の 2 名については、後の満足度調査ではともに「とても満足できた」と回答しており誤記入の可能性もある。

不安度調査（図 7）について、7 割の生徒が不安は解消したと回答した。知らない場所、知らない他校の生徒に対しての漠然とした不安が実際に参加してみて解消したのだろうか。一方、解消できなかったと回答した生徒は、4 人だった。他校の上演の内容が自分のものと重複して急遽台本を書き換える必要が生じたため不安が増大した例や、コミュニケーションに不安があると感じていたが特段コミュニケーションを取らずにそのままになってしまったため解消しなかった例などが見られた。

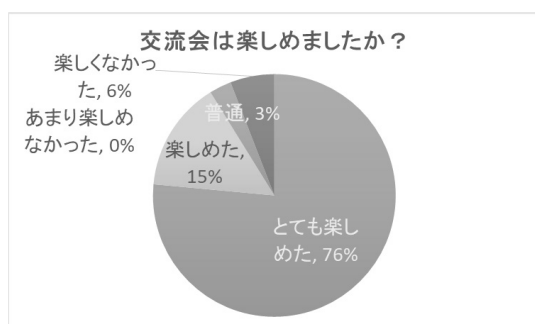


図 6 交流会は楽しめましたか？

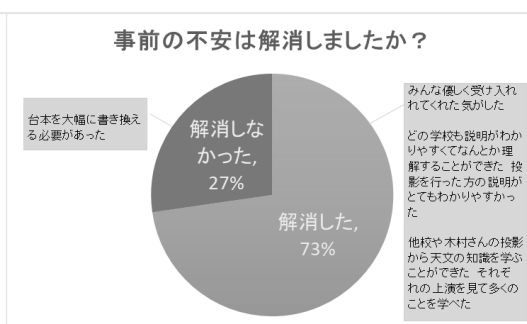


図 7 事前の不安は解消しましたか？

満足度調査（図 8）については、9 割を超える生徒からとても満足・満足という回答だった。

「交流会で何か得られましたか／できるようになりましたか？」という設問に対しては、「はい」が 100%であった。具体的な内容を以下に挙げる。

プラネタリウム上演の技術・心構え

言葉使い・話し方・操作の流れ 語り手の心構え・要求される技術 プラネタリウムをする上での心構え 話し方によって魅力

を伝えられるか プロは説明ではなく語りかけ 説明では暗い言葉を使わないこと 実体験を混ぜると好印象を与えられる ポインターの使い方 どのように人に伝えればよいか 人の心を惹きつける特徴をつかむ 専門家の意見や投影を見たこと

プラネタリウム番組の作り方

学校によって発表方法が違い、参考になった 投影の改善点・良い点を知る事ができた 見る人の気持ちになって内容を考える 模範投影や他校の投影を取り入れたい 台本を作る

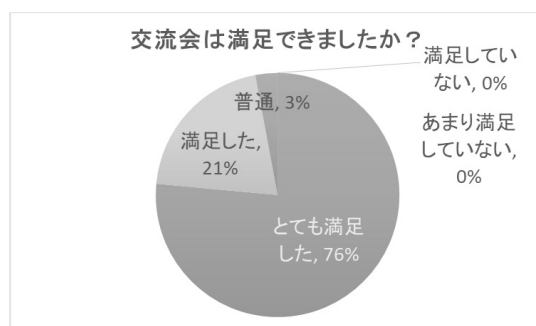


図 8 交流会は満足できましたか？

コツが得られた

天文学や星座の知識

知らない星や星座を知れた 神話にくわしくなった 話せる知識が増えた

このように交流会を通して、プラネタリウムの上演は単に話すのではなく、聴衆の気持ちを惹きつけていかにわかりやすく、いかにうまく伝えられるか、ということを考えたり、心構えを新たにしたりする生徒が複数見られた。

全体の感想も記入してもらった。多くの生徒が丁寧に感想を記入してくれた。文章量が膨大となるため、ここをここで挙げることは避けるが、テキストマイニングを行って、よく見られる言葉の分布解析を行った(図9)。その結果、「他校」「木村先生」「投影」「わかる」などの用語が特によく見られ、動詞としては、「活かす」「できる」「とりいれる」、名詞としては「文化祭」「レベルアップ」「プロ」「感動」「指導」などの言葉が見られた。交流会での他校の上演やプロのプラネタリアンによる模範演技・指導を、自分たちのこれからの上演に役立たせようという前向きな感想が多く得られた。

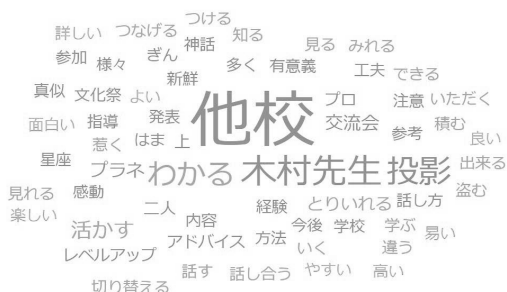


図9 全体の感想をテキストマイニングしたもののスコアが高い単語を複数選び出し、その値に応じた大きさを図示してある[2]。

6. まとめ

3年目の高校生によるプラネタリウム上演を通じた交流会は5校、50人を超える規模となった。初期は施設見学を主な内容とした交流会であったが、高校生による上演をメインとしたものになり、規模も内容も成長してきた。高校生によるプラネタリウム操作はなかなか一般的ではなく、このテーマでの高校生同士の交流はあまり機会がない。そこに、交流や専門家の指導・実演を導入することによって、この活動を行う動機付け、技術向上の動議付けを与えたいと考え、2017年の会から講師を招聘した。アンケート調査によって、今回の実践について交流会を通じて、さらに深い「心構え」や「惹きつける」「伝えることの工夫」を考えさせることができたのではないかと感じている。また、不安度調査について、事前では約3分の1の生徒が不安を感じていた。その不安は事後では約4分の3の生徒が解消したと回答した。不安の内容は、「コミュニケーション」「上演」「会のレベル」といったものが挙げられた。事後調査では満足度・参加意義とも極めて高いことが見られ、他校・プロとの交流は大きな刺激になっていることが考えられる。全体の感想からは「今後の上演に活かしたい」など、今後への動議付けが強まったものが見られた。反省点としては、全体の時間不足により生徒間交流の場を積極的に設けることができなかったことが挙げられる。今回の実践、アンケート調査を踏まえて次回以降の交流会デザインを考えていきたい。

参考文献

- [1] 「学校プラネタリウムを利用した天文クラブ交流会の実施」, 2018, 第32回天文教育研究会収録
- [2] ユーザーローカル テキストマイニングツール (<https://textmining.userlocal.jp/>)

次期スーパーコンピュータ「富岳」と宇宙シミュレーション

永井 智哉（筑波大学計算科学研究センター／計算基礎科学連携拠点）

Next generation supercomputer “Fugaku” and astronomical simulation

Tomoya Nagai (Center for Computational Sciences, University of Tsukuba

/ Joint Institute for Computational Fundamental Science)

Abstract

I introduce the next supercomputer "Fugaku" that aims to achieve the maximum performance of the application by 100 times that of the “K” computer and the expected results of the astronomical simulation with the "Fugaku" computer. In addition, I would like to discuss how to increase the name recognition, understanding and reliability of such large-scale research and development projects in Japan, and the use of this project for education and popularization.

1. はじめに

計算基礎科学連携拠点（JICFuS）は、スーパーコンピュータを使った計算基礎科学を精力的に進める国内 8 機関により構成されている。2009 年 2 月、筑波大学計算科学研究センター、高エネルギー加速器研究機構、国立天文台の 3 機関により立ち上げられ、2014 年 12 月に 5 機関が加わった（図 1）。

本拠点は、これまで「京」など国内のスーパーコンピュータを活用して HPCI 戦略プログラム分野 5「物質と宇宙の起源と構造」を推進。素粒子・原子核・宇宙研究および計算基礎科学推進体制構築を行い、ACM ゴードン・ベル賞を受賞するなど多大な成果をあげてきた。2015 年度から、ポスト「京」重点課題（9）「宇宙の基本法則と進化の解明」を推進し、素粒子から宇宙までの異なるスケールにまたがる現象の精密計算を実現し、大型実験・観測のデータと組み合わせて、多くの謎が残されている素粒子・原子核・宇宙物理学全体にわたる物質創成史の解明を目指している。2021 年頃のポスト「京」（富岳）運用開始に向けて、課題の解決を可能にするシミュレーションコードの開発を行っている（図 2）。

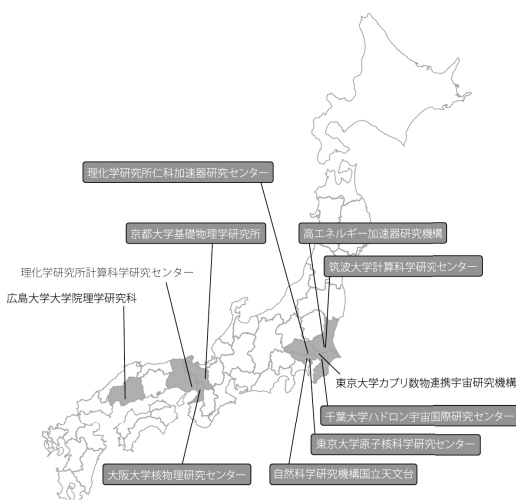


図 1 計算基礎科学連携拠点構成・協力機関

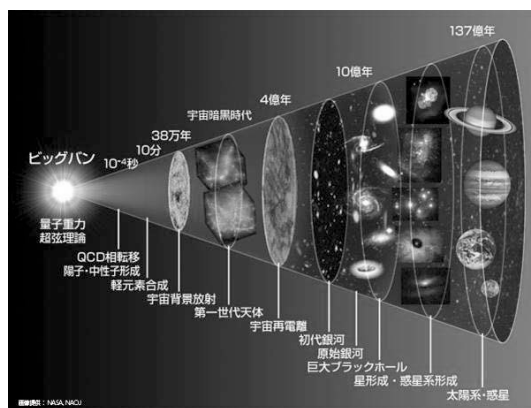


図 2 宇宙の歴史・進化

2. 次期スーパーコンピュータ「富岳」

次期スーパーコンピュータ「富岳」は、スーパーコンピュータ「京」の後継機であり、2020 年代に、ますます複雑化する社会の様々な課題の解決やサイエンスの探究を通じて日本の成長に貢献し、世界をリードする成果を生み出すことを目的とした、計算性能、画期的な成果創出、ユ

ユーザーの利便性・使い勝手の良さ、電力性能の総合力において世界最高レベルのスーパーコンピュータである。創薬や防災、産業競争力の強化などを実現するシミュレーションに加え、新しい利用分野である、AI（深層学習）、ビッグデータの基盤としての利活用が期待されており、最大で「京」の 100 倍のアプリケーション実効性能と 30-40MW の消費電力を目指している（図 3,4）。プロセッサは、スマートフォンなどで広く利用される Arm の命令セットを採用、半導体や IT のテクノロジーでも世界をリードすることを目指している。

□ Performance Targets

- ✓ 100 times faster than K for some applications (tuning included)
- ✓ 30 to 40 MW power consumption

□ Peak Performance

	PostK	K
Peak DP (double precision)	400+ Pflops (34x +)	11.3 Pflops*
Peak SP (single precision)	800+ Pflops (70x +)	11.3 Pflops
Peak HP (half precision)	1600+ Pflops (141x +)	--
Total memory bandwidth	150+ PB/sec (29x +)	5,184TB/sec

* Reported in TOP500 (including I/O nodes)

□ Geometric Mean of Performance Speedup of the 9 Target Applications over the K-Computer

37x +

□ Predicted Performance of 9 Target Applications As of 2019/05/14

Area	Priority Issue	Performance Speedup over K	Application	Brief description
Health and longevity	1. Innovative computing infrastructure for drug discovery	125x +	GENESIS	MD for proteins
	2. Personalized and preventive medicine using big data	8x +	Genomon	Genome processing (Genome alignment)
Disaster prevention and Environment	3. Integrated simulation systems induced by earthquake and tsunami	45x +	GAMERA	Earthquake simulator (FEM in unstructured & structured grid)
	4. Meteorological and global environmental prediction using big data	120x +	NICAM+ LETKF	Weather prediction system using Big data (structured grid stencil & ensemble Kalman filter)
Energy issue	5. New technologies for energy creation, conversion / storage, and use	40x +	NTChem	Molecular electronic simulation (structure calculation)
	6. Accelerated development of innovative clean energy systems	35x +	Adventure	Computational Mechanics System for Large Scale Analysis and Design (unstructured grid)
Industrial competitiveness enhancement	7. Creation of new functional devices and high-performance materials	30x +	RSDFt	Ab-initio simulation (density functional theory)
	8. Development of innovative design and production processes	25x +	FFB	Large Eddy Simulation (unstructured grid)
Basic science	9. Elucidation of the fundamental laws and evolution of the universe	25x +	LQCD	Lattice QCD simulation (structured grid Monte Carlo)

図 3 スーパーコンピュータ「富岳」の目指す性能（理研プロジェクト WEB より転載）

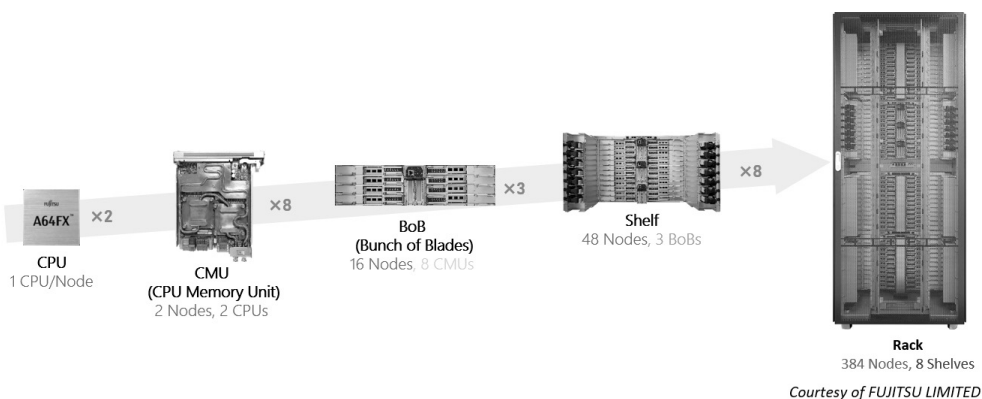


図 4 スーパーコンピュータ「富岳」のハードウェア構成（理研プロジェクト WEB より転載）

3. 「富岳」での宇宙シミュレーション

ポスト「京」で重点的に取り組むべき社会的・科学的課題に関するアプリケーション開発・研究開発という枠組で、重点課題 9 課題と萌芽の課題 4 課題のアプリケーション開発が今年度までで進んでいる。その中で宇宙分野の期待される成果について例を示す。

（例 1）太陽対流層の第一原理的シミュレーションが可能となり、これまで不可能だった黒点が発生的に形成される過程や太陽フレアにおいて重要な役割を果たす磁気リコネクションという現

象の内部構造と粒子加速を再現し、黒点、太陽活動の 11 年周期など長期変動の起源が明らかになると思われる。

(例 2) ダークマターとニュートリノの両方を含む宇宙構造形成 (6 次元ボルツマン) シミュレーション (図 5) が可能となり、宇宙論的シミュレーションデータベースとすばる HSC 大規模銀河サーベイ観測から得られる 1250 平方度にあたる宇宙のダークマター分布から高精度統計解析で、ニュートリノ質量の絶対値決定に寄与し、基本的宇宙論パラメータ推定が可能になると期待できる。

(例 3) 重元素がどこでできたかを明らかにする超新星爆発や中性子星連星合体過程の高精度シミュレーション (図 6) が初期条件を変えて多数実行することが可能になり、間もなく稼働する KAGRA を含めた重力波望遠鏡や大型光赤外望遠鏡などの重力波・電磁波の同時観測との比較が積み重なることで重元素が中性子星合体で作られた可能性が高いことが検証されと思われる。

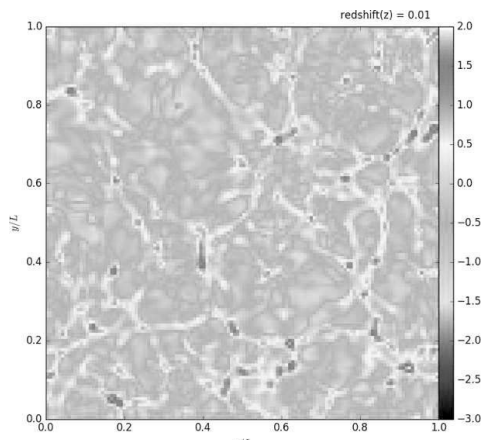


図 5 ダークマターとニュートリノを含む宇宙構造形成シミュレーション

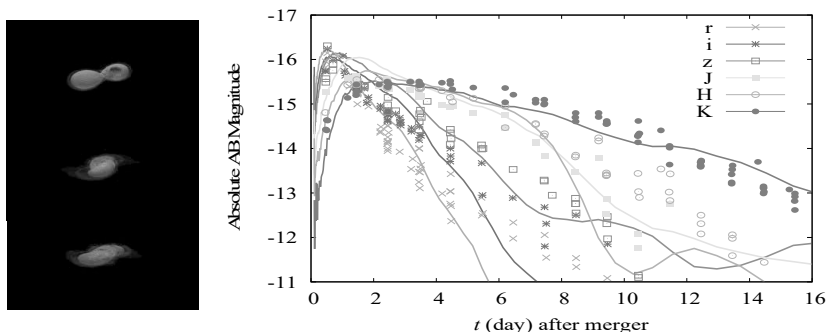


図 6 中性子星合体シミュレーション (左) と重力波源 GW170817 で放射された光学・赤外線(データ点)と数値相対論に基づいたモデルから計算された理論曲線 (右)

例 4) 究極の一般相対論的放射磁気流体力学シミュレーションや時間依存型一般相対論的放射輸送計算が可能となり、ブラックホール降着円盤&ジェットの第一原理計算や疑似観測動画計算が世界で初めて行われ、最新の観測と組合せ、ブラックホールの謎だけでなく巨大ブラックホール形成史、星形成・銀河進化への影響解明に繋がると思われる。

4. おわりに

「京」の際には事業仕分けで有名になったが、まだ「富岳」に知名度はない。天文学によって、このような大規模研究開発プロジェクトの知名度を上げていくだけでなく、社会におけるスーパーコンピュータ・シミュレーションの理解度、信頼度をあげ、教育普及に活かすことや人材育成に貢献していくことも重要であると考えている。

参考文献

- 1) 吉戸智明 他：日本天文学会 2012 年春季年会, Y04b, 2012 年 3 月
- 2) 矢部あずさ 他：日本天文学会 2012 年秋季年会, Y07b, 2012 年 9 月
- 4) 永井智哉：第 28 回天文教育研究会 2014 年天文教育普及研究会年会, p203, 2014 年 8 月
- 5) 永井智哉 他：第 32 回天文教育研究会 2018 年天文教育普及研究会年会, p289, 2018 年 8 月

新小学校学習指導要領における天文授業

～小学校第3学年「太陽と地面の様子」～

前田 昌志（三重大学教育学部附属小学校）

Astronomical lessons in the New Elementary School Course of Study

-3rd Grade of Elementary School "State of the Sun and Ground"-

Masashi Maeda (Attached Elementary School, Faculty of Education, Mie University)

Abstract

The new course of study, which will be implemented from FY2020, aims to cultivate qualities and abilities by using “views and ideas”. This time, in the 3rd grade of elementary school, we conducted the class that utilized the “view of space and time”.

1. はじめに

2020 年度から全面実施される新小学校学習指導要領では、「主体的・対話的で深い学び」の視点からの学習過程の改善，新しい時代に必要となる資質・能力の育成等が目指されている。小学校理科では，問題解決の過程において「理科の見方・考え方を働かせる」ことが重要であり，天文分野をはじめとする「地球」を柱とする領域では，主に「時間的・空間的」な視点で自然の事物・現象を捉える必要があるとされている。

そこで，小学校の天文授業スタートの単元である第3学年「太陽と地面の様子」において，子どもが「時間的・空間的」な視点で天体の動きを捉えることをめざし，研究主題を「見方・考え方を自在に働かせ，主体的に問題解決する授業」と設定し，実践を行った。

2. 見方・考え方を自在に働かせ，主体的に問題解決する授業

「見方・考え方を自在に働かせ，主体的に問題解決する授業」とは，自然の事物・現象について探究・追究したり問題解決したりする過程において，指導者に主導されて問題解決するのではなく，子どもが理科の見方・考え方を自在に働かせ，主体的に問題解決しようとするものである。学習指導要領解説理科編において，理科の見方・考え方は以下のように整理されている。

表 学習指導要領解説理科編における「理科の見方・考え方」

領域	見方	問題解決の能力	考え方
エネルギー	量的・関係的	差異点や共通点をもとに，問題を見いだす	比較する
粒子	質的・実体的	既習の内容や生活経験を基に，根拠のある予想や仮説を発想する	関係付ける
生命	共通性・多様性	予想や仮説を基に，解決の方法を発想する	条件を制御する
地球	時間的・空間的	より妥当な考えをつくりだす	多面的に考える

※「見方」については他の領域でも用いられる視点であることや，これら以外にも「原因と結果」「部分と全体」「定性と定量」などといった視点もある。

これらの見方・考え方を「自在に働かせる」とは，指導者が見方・考え方を提示するのではなく，子ども自身に動機付けがなされ，どのような視点で自然の事物・現象を捉え，どのような考え方で思考すればよいのかを自覚しながら，問題解決するということである。

例えば，第3学年「太陽と影の動き」において，指導者が「影が動くようすを調べましょう。」と問うとする。初めは，子どもが影の動きを調べる際，リアルタイムで見た1分1秒の短い時間スケールで影の変化を観察しようとする。しかし，子どもは「もっと長い時間で比べないと，影が動いているかどうか分からない。」と気付く。そして，「1時間後に見たらどうだろう。」と，

「時間的」な見方を働かせて、1 時間ごとの影の様子を「比較」しようとする。この過程を経た子どもは、他の時間帯の影を調べるときに「次も 1 時間後の影を調べればいい。」と、更新された見方・考え方を意識的に働かせながら事象を捉え、問題解決しようとする(図 1)。これが、見方・考え方を「自在に働かせる」ということである。



図 1 影の観察

子どもが見方・考え方を「自在に働かせる」ようになるためには、領域ごとに系統立てられた見方・考え方を繰り返し働かせる必要がある。そうすることで、表面的には異なる複数の事象が、同じ概念の多様な現れであることに気付くことができると考える。例えば、第 4 学年「月と星」では、「時間によってそれぞれの星の位置は大きく変化するが、明るさや並び方は変わらない」ということを学習する。ここでは、「時間的」な見方を働かせることにより、「太陽と影の動き」と同じ「天体の日周運動」の概念に基づいて事象を捉えることができる。第 6 学年「月と太陽」でも同様である。これらは単元が違っても、対象とする事象の本質は同じであり、注目すべき視点も変わらない。

このように、単元を超えて学習経験を関連付け、事象の本質を追究する視点が身に付けば、領域ごとにどの見方・考え方を働かせたらいいか、自覚しながら問題解決することができる。そうすることで、「理科の見方・考え方」を自在に働かせることができるようになり、ついにはごく限られた概念の基に、知識及び技能が構造的に整理され、自らの考えをより科学的なものに変容させることができると考える。

3. 授業実践

3-1 単元のねらい

中学校の天体分野において、地球から見た天体の動きと、宇宙から見た天体の動きを関係づけて視点移動を行うことが難しいという実態がある。そこで、小学校段階から、多面的・多角的な見方を働かせて太陽の動きを捉えさせるために、透明半球(図 2)を使って、太陽の 1 日の動きを理解させることをねらいとする。本時では、影の動きについての観察記録から、透明半球に 1 日の太陽の動きを表すことで、正午の太陽が天頂に見えるのではなく、南の空高く見えることを理解させる。また、1 日の太陽の動きについて連続的に捉えることで、太陽が東のほうから昇り、南の空高くを通過して、西のほうに沈むことを理解させる。なお、今回は南中時の太陽高度が約 40° になる 2 月に授業を行った。



図 2 透明半球

3-2 授業の構想

まずは午前 8 時、午前 10 時、正午、午後 2 時、午後 4 時にできる影の向きと長さを調べておく。影は方位を記した記録用紙の中心に長さ 2cm のストローを立て、記録用紙の上にできた影の向きと長さ、観察時刻を記録させる。

影は記録用紙に平面的にできるのに対し、太陽は空間を動くため、影の動きから 1 日の太陽の動きを捉えるのは難しい。そこで、本時では透明半球と小型の懐中電灯を用いて、以下のように 1 日の太陽の動きを確かめる。

- ① 前時で観察した影の記録用紙の上に、透明半球を置く。
- ② 透明半球に懐中電灯を当てながら、記録用紙の上のストローに光を当てる。前時で記録した影と、懐中電灯の光によってできた影が重なる位置を探し、懐中電灯の位置に、時刻を書いたシールを貼る。

この手順で印をつけた透明半球から、太陽は東から西へ動いていること、南中時の太陽は天頂ではなく南の空高いところにあることが視覚的に理解できる。

3-3 授業の実際・考察

実際の授業で表出した子どもの姿を、問題解決の過程ごとに分けて以下に挙げる。

【予想】

子どもからは、「南」「北」「上」「真上」の4通りの予想が出された。「南」と予想した子ども(図3)は、前時までに行った影の観察から、影ができた方位と太陽の方位を関係づけて考えることができています。「北」と予想した子ども(図4)は、社会科で学習した地図の「東西南北」の位置関係に囚われていると考えられる。つまり、「上のほう」は「北」と捉えている。「上」と予想した子ども(図5)は、太陽の方位について触れていない。正午の太陽の位置は、平面を基準とする方位では表現できないため、記述を避けているとみられる。「真上」と予想した子ども(図6)は、生活経験から正午の太陽が「真上(天頂)」にあると捉えている。同様に、これまでの経験から「正午の太陽は真上にある」と思い込んでいる子どもは半数近くいた。

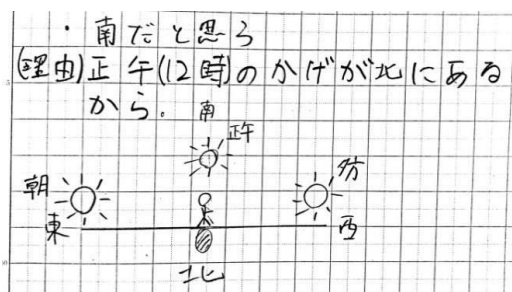


図3 「南」と予想したノート

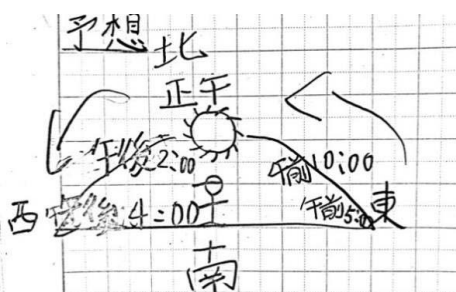


図4 「北」と予想したノート

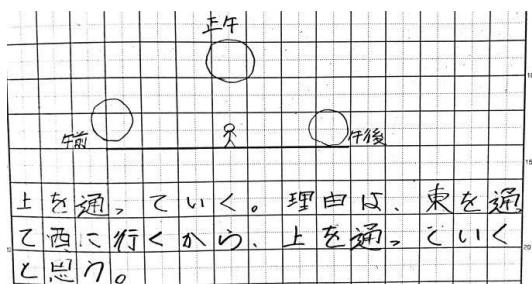


図5 「上」と予想したノート

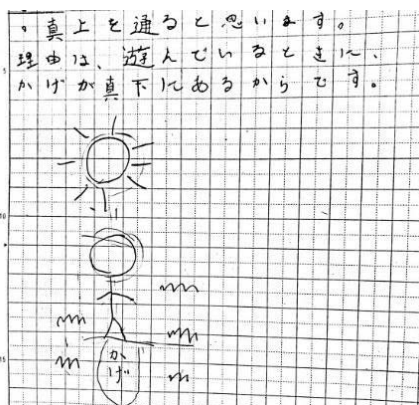


図6 「真上」と予想したノート

【実験】

実験の説明では、視点移動を具体的にイメージさせるため、3次元的な画像を使い、手順を説明した(図7)。子どもたちは、影の記録用紙の中心に立てた綿棒(図8)に自分自身の視点を移し、透明半球上に記録された太陽の位置を確認することができた(図9)。

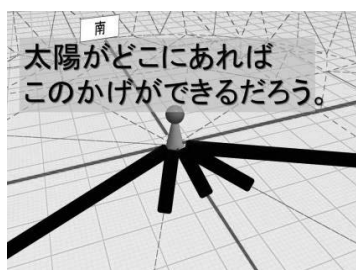


図7 実験の説明

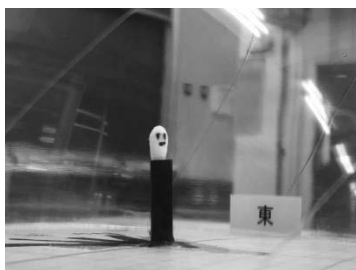


図8 ストローに挿した綿棒



図9 実験の様子

【考察】

影のでき方と太陽の動きについて、「なぜそうなるのか」「本当にそうなのか」と実際に透明半球で確かめながら対話する姿が見られた。全ての子どもたちが、実験から正午の太陽が「南」にあることを理解できた（図 10、11）。

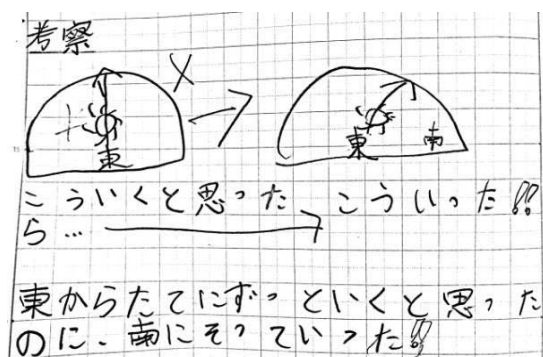


図 10 考察のノート①

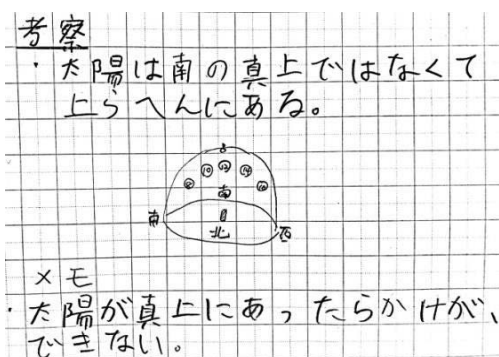


図 11 考察のノート②

【振り返り】

これまでは太陽高度に着目せずに 1 日の太陽の動きを捉えていたが、透明半球を使うことで多面的に太陽の動きを捉えられた姿が見られた（図 12）。また、「月や星ではどうだろう」と他の天体について考えたいという子どももあり、天体の動きを多角的に捉えようとする姿も見られた（図 13）。これらの姿は、高学年や中学校の天体分野へ繋がる姿である。「時間的」な見方を働かせることにより、単元が違っても天体の動きを「太陽の動き」と同じ概念で捉えることで、主体的に問題解決することができると思う。

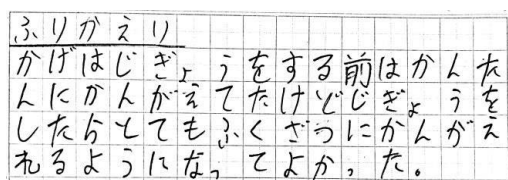


図 12 振り返りのノート①

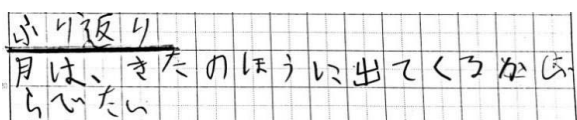


図 13 振り返りのノート②

4. 実践から明らかになった効果的な手立て・課題

透明半球を効果的に使うことで、「時間的・空間的」な見方を働かせながら、太陽の 1 日の動きを捉えさせることができた。視点移動という点においては、擬人化させた綿棒が子どもの理解を助けたとみられる。第 3 学年の発達段階でも、透明半球で正午の太陽の位置を捉えさせることは可能であった。

また、第 3 学年で「時間的・空間的」な見方を働かせることにより、天体の日周運動につながる概念を獲得することができた。このことにより、第 4 学年「月と星」や第 6 学年「月と太陽」の単元において、「太陽と同じように天体の動きを捉えればよい」と、今回獲得した見方・考え方を自在に働かせて問題解決する姿につながると考える。今回の実践が第 4 学年、第 6 学年でどのように生かされてくるか、引き続きの追跡調査が必要である。

参考文献

- ・小学校学習指導要領(平成 29 年告示)解説理科編, 2017, 文部科学省

探査機名などの日本語表記問題 ～天文普及に欠かせない問題の実態と解決策～

寺菌 淳也 (会津大学／月探査情報ステーション)

Description Problem in Japanese for Non-Japanese Space-Related Items - Its Reality and Possible Solution Which Is Essential for Outreach in Astronomy -

Junya Terazono (The University of Aizu / The Moon Station)

Abstract

Most of names of artificial space objects such as rockets, spacecrafts and explorers are basically written using Katakana in Japanese as most of them are non-Japanese. However, due to the essential problem of expression fluctuation in translating from non-Japanese to Katakana, many of them have several ways of expression, and it often brings confusion in Astronomical or Space Exploration Outreach. Here, the author shows its reality particularly in the Internet and address possible solution to mitigate this problem.

1. はじめに

天文や宇宙開発の普及啓発においては、海外の事物(例えば探査機)の名前を日本語に直して紹介することが必要となる。例えば、火星探査についての記事を執筆する際、海外の火星探査機の名前を日本語に直して紹介することが一般的である(もちろん、英文の綴りそのままを執筆することもありうるが、研究論文などであればともかく、一般の人が目にする文章においてそのような形を取ることは推奨できない)。

この場合に問題になるのが、日本語での表記の揺れ、あるいは異なる表記である。1つの事物について、カタカナで書かれる場合でも複数の名前が存在する、あるいは日本語に訳されたものと発音をそのままカタカナで記述するケースがある。

このような複数記述併存の問題は、宇宙開発の分野に限らず天文の分野でも日常的に起きることであるが、宇宙開発、とりわけ月・惑星探査の分野ではこの問題がより頻繁に起こり、かつ目立つことが多い。

本稿では、このような探査機名などの日本語表記問題について、その実例を交えて実態を紹介し、それがなぜ問題であるかについて述べる。さらに、解決策、並びに年会発表の際に寄せられたご意見等を紹介していく。

2. 探査機名などの日本語表記問題

宇宙探査機などの名前を日本語で記述する際、英語、あるいは現地語の探査機名をその発音に基づいてカタカナで表記することが一般的に行われる。例えば今年(2019年)7月に打ち上げられたインドの月探査機「チャンドラヤーン 2」[1]は、現地の呼称“Chandrayaan 2”をカタカナに直す形で日本では紹介されている。

ところが、このような探査機などの名前の表記が複数存在するケースがある。例えば、2009年に打ち上げられたアメリカの月探査機“Lunar Reconnaissance Orbiter”[2]について、日本語表記では

● ルナー・リコネサンス・オービター

- ルナー・リコネッサンス・オービター
- ルナー・リコナイスランス・オービター

という 3 つを筆者は確認している。つまり、1 つの事物に対し、日本語で(少なくとも)3 つの表記方法が存在することになる。

また、発音をそのままカタカナで表記するか、事物が示す事柄を日本語に訳し、意味をとって表記するかにより、表記が大きく異なるケースも存在する。例えば、冥王星・カイパーベルト探査機「ニューホライズンズ」に搭載されているカメラ “Ralph” [3] は、もともとアメリカで 1950 年代に放送されていたドラマの主人公から名付けられたものであるが、これをその発音通り「ラルフ」と表記するか[4]、その搭載機器が行う作業に基づいて「冥王星撮像装置」[5]と表記するかにより、機器の名称は全く異なる。カタカナのラルフと冥王星撮像装置という名称では、両者が同一であると判断することは一般の人にとってはほぼ不可能であろう。

3. 異なる日本語表記が存在することによる問題点

前章最後にも述べたが、1 つの事物に対し異なる日本語表記が存在することは、いくつかの問題を引き起こす可能性がある。それらの問題について述べる。

○教育現場への混乱をもたらす可能性

教科書など、表記が統一されていることが必要な場合に、異なる表記が存在すると教育現場などで混乱が生じる可能性がある。例えば、教科書の表記に基づいてインターネット検索を行うと異なる表記が出てくるといったケースである。特に子どもたちに複数表記を強いることは学習などの負担が大きくなることが懸念される。またアウトリーチの現場においても混乱を生じさせる恐れがある。

○インターネット検索における混乱

何かを調べる際、最近ではインターネット検索を利用することが極めて一般的であるが、検索に際し異なる表記は異なる結果の提示を招き、結果として利用者に混乱を引き起こす可能性がある。

その一例として、2020 年打ち上げ予定の UAE(アラブ首長国連邦)の火星探査機「アル・アマル」(Al Amar)[6]を挙げる。Google 検索において「アル・アマル」を検索すると、検索結果上位には火星探査機関連の情報が出てくるため、一般の人が火星探査機であると認識できる。ところが、この探査機の異なる表記「アル・アマル」で検索を行うと、トップは料理店の検索結果になる。

異なる表記に関して Google 検索は、内容が近い検索結果を「もしかして:」と注記する Suggest 機能を持っており、多くのケースではこの機能により本来求める検索結果にたどり着ける。しかし、上記のようなケースや、Google 検索以外の検索を行った場合(例えば Wikipedia 内の検索)、求める結果にたどり着けないケースが発生する可能性もある。

4. 異なる日本語表記が存在してしまう理由

それでは、なぜこのように、探査機などの表記に複数のものが発生してしまうのだろうか。これにはいくつかの理由が考えられる。

○略称や複雑な名称が多い

例えばアメリカの小惑星探査機の OSIRIS-Rex[7]は “Origins, Spectral Interpretation, Resource Identification, Security, Regolith Explorer” の略称であるが、これを「小惑星の起源・スペクトル解釈・資源同定・惑星防衛及びレゴリス探査機」と日本語に訳したとしても全く意味が通じないであろう。そこでカタカナで記述するわけだが、OSIRIS の記述には「オシリス」「オサイレス」「オサイリス」の 3 種類が存在してしまう。これは OSIRIS を原語(そもそもはエジプト神話上の神の名前)で記述するか、アメリカの原語(英語)読みで記述するかでのバリエーションとなる。OSIRIS のような比較的単純な単語でさえこのようになるため、より複雑な単

語やその組み合わせの場合にはより多くの派生表記が生じる恐れがある。

○探査機名称などは新しいものが多く、名称ができてからすぐに日本語で表記される

探査機の名称は、天文分野における天体名などと違い、名付けられてからすぐに日本語で表記されることが多い。このため、翻訳経験の蓄積が薄く、日本語で記述する人それぞれで異なる表記が出てくることが多い。

○ネットの表記の影響

一般的に探査機名などは最初にインターネット(例えば個人のブログや専門性の高いサイトなど)で日本語として登場し、それがメディアに引用されることにより普及していくケースが一般的である。この際、どのサイトの表記をメディアが引用するかによって異なる表記が併存することになる。さらにインターネットでは、明示的に修正されない限り、最初に使われた表記がそのまま存在し続けるため、検索エンジンにそれらが取り込まれて検索結果として表示されるケースが出てくる。

○英語以外の探査機名の増加

先述のアル・アマルはアラビア語で希望を意味する。また、チャンドラヤーンはサンスクリット語で「月の乗り物」という意味である。このように、探査の国際化の進展により、英語以外の原語を用いた事物が増加している。しかし、これらの表記方法、とりわけ発音に対する認識が日本人はまだ薄いため、異なった発音による表記が採用され、あるいは英語以外の単語に英語発音が適用されるなどといったことが行われ、複数の表記が生まれてしまうことがある。

5. 異なる日本語表記の問題の解決策

上述のように、1つの事物に対して異なる日本語表記が存在することが、天文や宇宙開発の教育・普及啓発等において問題となりうるということがわかった。それでは、この問題をどのように解決していけばよいだろうか。

最も確実な方法は、こういった探査機などの名称に関する日本語表記方法のルールを定めることである。例えば筆者が編集長を務める月探査情報ステーション [8] においては、外来語の表記方法を『共同通信記者ハンドブック』に準拠することになっている。また、基本的に探査機名称はそれを打ち上げる国の言葉による発音による表記を行うこととしている。

しかし、このようなハンドブックへの準拠が全ての問題を解決するわけではない。ハンドブックはあらゆるケースに対応できるように書かれており、天文や宇宙開発に特有の問題は考慮していない。また、最近増加している英語以外の外国語への対応も十分ではない。そのため、天文や宇宙開発に精通した組織などが、こういったハンドブックなどに基づく記述方法をベースとして、名称などを定めていくことが本来的に必要ではないかと考えられる。

そのような組織としてまず考えられるのが学会であり、例えば天文関係であれば日本天文学会、宇宙開発関係であれば日本惑星科学会、日本航空宇宙学会などである。しかしこれらの学会は学術研究を第一の目的としており、教育・普及啓発は必ずしも優先事項ではない。この意味で、教育・普及啓発について研究を行っている本会が果たせる役割は大変大きいのではないかと考える。

また、政府などの公的組織の関与も考えられる。かつて文部科学省は学術用語集という冊子を発行しており、これに準拠すれば日本語記述方法をある程度確定させることができた、現在ではこの役割は、科学技術振興機構(JST)が運営する J-GLOBAL [9] が担っている。ただ、J-GLOBAL は全ての学術分野に対応するものであり、天文や宇宙開発の特性に配慮しているわけではなく、また最新の事物には必ずしも迅速に対応できていないわけではない。

機動性を担保するという意味では、ウェブベースでの公開が行われ、迅速な改訂が行えるプラットフォームが理想的である。その意味では先般公開されたオンライン版天文学辞典 [10] が果たせる役割もかなりあるのではないかと考えられる。

6. 問題の解決に向けて

現在日本は将来的な国際有人月探査計画に参加することを検討しており、これが実現すれば、宇宙開発、あるいは月・惑星探査に関する用語がより多く、また広くメディアなどで扱われることになるであろう。そのような場合、この表記の問題はより深刻になる可能性がある。学会や公的団体などが早急に記述方法のガイドラインを制定し、複数表記の問題を早い段階で抑え込むことが重要である。

また、このような日本語表記が複数併存する問題は、探査機などに限らず、むしろ天文分野で重要であることも指摘しておきたい。例えば、新たに出現した天体(彗星や超新星など)や、新たに名前が決まった天体(小惑星や衛星)の名称の記述方法は、まさにこの問題と同じ解決方法が求められる。少なくとも現時点では宇宙開発よりも天文分野の方が影響が大きく、1つの事物(この場合は天体)に複数の名称が存在することは天文普及啓発でより大きな問題となるであろう。その場合にも今回の手法を援用して解決していくことが望ましい。

7. 年会会場におけるディスカッションにおけるご意見

最後に、年会会場でのポスターセッションの際に頂いたご意見と、それに関する現時点での筆者自身の見解についてまとめる。

- ・表記のベースとなる読み方については英語ベースでよいのではないか。原語の読みにこだわるとかえって混乱する可能性があるのではないか。

そもそも読み方をベースとするべきかどうかという点も議論すべきで、この点についても関係者間でのコンセンサスを得る必要がある。特に論文発表は英語がベースであり、その点についても考慮が必要だろう。ただ、他国メディアにおける報道との整合性や、人名など英語に直しにくいものについては原語ベース(言語に近い発音に基づく表記)にならざるを得ない部分もある。

- ・「正しい読み方」を1つに絞る必要はなく、複数の表記が併存してもいいのではないか。そのうえで、出典などを明らかにし、その元になったものを辿ることが必要であろう。

まず後者の部分であるが、その表記の初出がどこであるのかを明記すれば、表記が併存している場合にも問い合わせなどがしやすくなり、問題解決の一助になると思われる。複数表記の許容については、一案として、例えば最もよく使われる表記を代表として取り上げ、辞書や用語解説には「他の表記」として併記することが考えられる。ただ、教科書などではこのような方式は採用しにくいので、この「最もよく使われる表記」を使用せざるを得ないのではないだろうか。

参考文献

- [1] Chandrayaan 2 (ISRO), <https://www.isro.gov.in/chandrayaan2-home-0>
- [2] Lunar Reconnaissance Orbiter (NASA), https://www.nasa.gov/mission_pages/LRO/main/
- [3] Reuter, D. C. *et al.*, Ralph: A Visible/Infrared Imager for the New Horizons Pluto/Kuiper Belt Mission, <https://www.boulder.swri.edu/pkb/ssr/ssr-ralph.pdf> (Southwest Research Institute), 2007.
- [4] ここまで鮮明に！ 冥王星の写真の変遷を見てみよう (ナショナル・ジオグラフィック日本語版), <https://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/news/15/071600186/>
- [5] ニューホライズンズ 科学機器 (月探査情報ステーション), <https://moonstation.jp/challenge/pex/new-horizons/inst>
- [6] Emirates Mars Mission (UAE Space Agency), <http://emiratesmarsmission.ae>
- [7] OSIRIS-REx (NASA), <https://www.nasa.gov/osiris-rex>
- [8] 月探査情報ステーション, <https://moonstation.jp>
- [9] J-GLOBAL (科学技術振興機構=JST), <https://jglobal.jst.go.jp>
- [10] 天文学辞典 (日本天文学会), <https://astro-dic.jp/>

西はりま天文台「高校大学実習」活動報告

高山正輝^{1†}, 西はりま天文台スタッフ一同¹

1) 兵庫県立大学

Activity report of the practical training for high school and University students in Nishi Harima Astronomical Observatory (NHAO)

Masaki Takayama^{1†}, Members of NHAO¹

1) University of Hyogo

† Email : takayama@nhao.jp

概要

兵庫県立大学西はりま天文台では天文教育・普及事業の一つとして、高校生・大学生を対象にした「天文実習」を行っている。利用件数は年間 40 校前後、毎年 1000 人以上の生徒・学生がこの実習のために天文台を訪れている。2015 年からは実習の質の向上を目指し、利用者にアンケートを実施してきた。本稿では、アンケートの集計結果をまとめた高山ほか(2018)のレビューをする。アンケートから、利用者の 8 割以上が高い満足度と、実習の難易度が適正であると回答したことがわかった。一方、一部では「難しいが満足」や「簡単すぎて不満」の声もあった。利用者の声をより正確に把握するために今年度からアンケートの設問を一新した。

Abstract

We do a practical training for high school and University students in NHAO, University of Hyogo as one of the activities for teaching and outreach of astronomy. Above 1000 students in about 40 high school and Universities come in the observatory in one year. We have conducted a questionnaire aiming at improving the training since 2015. This paper includes a review of Takayama et al. (2018) who considered the questionnaire results. This result indicates that above 80% of the users have been satisfied and felt appropriately for the difficulty level of the training. On the other hand, some users answered as “difficult but satisfied” or “easy but dissatisfied”. In order to grasp feedback from users clearly, the questionnaire was renewed.

1 高校大学実習事業

2m なゆた望遠鏡および 60cm 反射望遠鏡を有する西はりま天文台では、高校生・

大学生を対象に天文実習を行っている。実習は通年行っており、近年では毎年 40 校前後、1000 人以上の学生を受け入れている。

これらの実習は天文台所属の研究員（ポスドク）が主に行っている。そのため天文講義は実習を担当する研究員の専門分野によって内容が変わり、独特色の強いものとなっている。

1.1 実習メニュー

実習内容は「昼間の星と太陽の観察」「天文工作」「なゆた望遠鏡見学」「天文講義」の昼間のメニューと、「なゆた観測見学」「夜間観測実習」の夜間のメニューを用意し、利用者が任意で実習メニューを選択できるように整備されている。それぞれのメニューの内容は以下に紹介する。

「昼間の星と太陽の観察」・・・ND および $H\alpha$ フィルターを取り付けた望遠鏡で太陽表面を観察する。また 60cm 反射望遠鏡を使い、昼間でも明るい星なら見ることができることを学習する。

「天文工作」・・・簡易分光器または星座早見盤を制作する。

「なゆた望遠鏡見学」・・・研究員による、なゆた望遠鏡の解説。

「天文講義」・・・研究員の専門分野を中心とした、天文学の初歩的な講義。

「なゆた観測見学」・・・研究員がなゆた望遠鏡で観測している様子を見ながら観測手順などを学習する。

「夜間観測実習」・・・眼視観望や、冷却 CCD を用いた本格的な研究観測を行う（図 1）。



図 1 夜間観測実習の様子

2 実習アンケートの実施

天文実習は長くても 2 日間程度で終わってしまうため、学生の理解度の深まりを解説する側（実習担当者）が知ることは難しい。そこで、より良い実習のために 2015 年より引率の教員を対象にアンケートを実施している。このアンケートでは実習の満足度と難易度についての設問を用意した。

3 アンケート集計結果

アンケートの集計結果は高山ほか(2018)で報告された。以下はそれを元にしたレビューである。2015 年 7 月から 2018 年 10 月までの約 3 年間のアンケートを集計した。この間に 140 の学校、団体の実習を行い、89 件の回答を得た（回収率 64%）。表 1-5 は、その集計結果である。

個別の実習においても、実習全体を見ても満足度は 80%を超える（昼間の星のみ 79.3%）ことがわかった。また難易度についても 8 割以上が適切であると回答した。

表 1 昼間の星と太陽の観測会の集計結果

昼間の星と太陽の観測会			
満足度 (%)		難易度 (%)	
大いに満足	30.2	難しすぎた	0.0
満足	49.1	難しい	7.5
不満	3.8	適切	84.9
大いに不満	0.0	簡単	3.8
悪天候	15.1	簡単すぎた	0.0
無回答	1.9	無回答	3.8
「(大いに) 満足」=79.3% 「適切」=84.9%			

表 4 夜間観測実習の集計結果

夜間の観測実習			
満足度 (%)		難易度 (%)	
大いに満足	43.6	難しすぎた	0.0
満足	36.4	難しい	3.6
不満	5.5	適切	85.5
大いに不満	0.0	簡単	3.6
悪天候	14.5	簡単すぎた	0.0
無回答	0.0	無回答	7.3
「(大いに) 満足」=80.0% 「適切」=85.5%			

表 2 天文講義の集計結果

天文講義			
満足度 (%)		難易度 (%)	
大いに満足	48.4	難しすぎた	0.0
満足	50.0	難しい	15.6
不満	0.0	適切	82.8
大いに不満	0.0	簡単	0.0
無回答	1.6	簡単すぎた	0.0
		無回答	1.6
「(大いに) 満足」=98.4% 「適切」=82.8%			

表 5 実習全体の集計結果

実習全体			
満足度 (%)		難易度 (%)	
大いに満足	50.6	難しすぎた	0.0
満足	44.9	難しい	3.4
不満	0.0	適切	89.9
大いに不満	0.0	簡単	1.1
無回答	4.5	簡単すぎた	0.0
		無回答	5.6
「(大いに) 満足」=95.4% 「適切」=89.9%			

表 3 なゆた観測見学の集計結果

なゆた観測見学			
満足度 (%)		難易度 (%)	
大いに満足	42.6	難しすぎた	0.0
満足	44.1	難しい	6.0
不満	1.5	適切	85.1
大いに不満	0.0	簡単	6.0
悪天候	11.8	簡単すぎた	1.5
無回答	0.0	無回答	1.5
「(大いに) 満足」=86.7% 「適切」=85.1%			

このことから利用者の多くが概ね実習に満足していることがわかった。

一方、難易度は簡単だが不満の声も寄せられた。反対にコメント欄などからは、難しいが満足といった声も寄せられた。今後、難易度とそれが適当か否かの関係を調べることで、実習の質の向上に繋がるヒントが得られるかもしれない。

4 アンケートの刷新

アンケートの集計結果から実習の難易度

とその評価の関係を深く知るために、2019年4月からアンケートの全面リニューアルを行った。大きく変更した点は、満足度について「満足/満足だが改善の余地あり/不満」の3段階としたこと。また難易度について「難しいが適切/簡単だが適切/難しすぎて不適切/簡単すぎて不適切」の4段階とした。

5 まとめ

2m なゆた望遠鏡、60cm 反射望遠鏡を有する兵庫県立大学西はりま天文台では、高校大学天文実習を随時受け入れている。ほとんどのメニューにおいて8割以上の利用者が実習に満足している。またその難易度も8割以上が適切と評価している。アンケートを通じて今後も利用者の声をより正確に吸い上げることに努めていく。

参考文献

高山ほか, 2018, Stars and Galaxies, Vol. 1, pp28-38, 西はりま天文台高校大学実習に対する満足度について

長野市立博物館における天文普及活動～ボランティア・同好会との協働～
陶山徹、翠川果奈（長野市立博物館）

Education and Popularization of Astronomy at Nagano City Museum: Coproduction with a Volunteer Group and an Astronomy Club.

Toru Suyama, Kana Midorikawa (Nagano City Museum)

Abstract

We are conducting the education and popularization of astronomy at Nagano City Museum. To advance this action, we need the coproduction with citizens. Thus, we act with a volunteer group and a club. Here, we report about education and popularization of astronomy with a volunteer group and an astronomy club.

1.はじめに

近年、様々な形で市民との協働が進められている。博物館や科学館でもボランティアの受け入れが行われ、市民とともに多くの事業が行われている。本稿では、その一例として、長野市立博物館の天文普及活動における市民との協働について報告する。

2. 長野市立博物館について

長野市立博物館は、川中島古戦場史跡公園内に 1981 年に開館した総合博物館である。プラネタリウムと天体ドームが併設されており、学校教育と生涯教育の場となっている。

現在、長野市立博物館では、以下のような天文普及事業を行っている。

- ・プラネタリウムの投影

土日祝日を中心に、プラネタリウムの投影を行っている。基本的に以下の 3 種類の投影を行っている。まず、未就学児向けのキッズスペシャルがある。これは、歌やクイズなどでプラネタリウムを楽しんでもらう番組である。次に、一般向けの星空解説と映像番組である。これは、標準的な番組である。前半に季節の星空や神話の解説を行い、後半に天文関連の映像番組を投影している。最後に、音楽とともに、星空を楽しんでもらうリラックスプラネタリウムがある。星空の解説はなく、音楽を流しながら、夕方から夜明けまでの空を見て、リラックスしてもらう番組である。これら 3 つの番組を投影し、幅広い層への天文普及を進めている。

- ・ほしぞら観察会の実施

毎週第四土曜日の夜に行っている。博物館に設置された天体ドームとそこにある口径 40 cm の反射望遠鏡を使って、本物の星を見てもらいイベントである。

- ・天文講座の実施

天文初心者用に、望遠鏡の使い方や天体写真の撮り方についての様々な講座を行っている。



図 1：長野市立博物館。

3. 同好会・ボランティアとの協働

長野市立博物館は、利用者や来館者が主体的に楽しむことのできる博物館を目指して活動している。天文普及活動にあたっては、博物館職員が主体でなく、同好会やボランティアが主体となって、進めていくことを目指している。これにより、地域に天文普及の輪が広がっていくと考えている。

3-1. 天文同好会しなの星空散歩会きらきら

しなの星空散歩会きらきらは、長野市立博物館の天文同好会として、1992年に発足した。博物館とは独立した組織として活動している。同好会として、年4回の勉強会の他、夜空の明るさ調査と長野市内各地での観察会を実施している。

夜空の明るさ調査は、1993年に開始して以来、毎年継続的に行われている。調査開始の動機は、長野オリンピックによって、夜空の明るさがどれだけ変わるのかを知ることにあったが、それ以降も長期継続観測を行うことで、長野市内の夜空の明るさを知る上で重要なデータを蓄積することに成功している。

ほしぞら観察会もきらきらの活動の中で大きな割合を占めている。博物館での観察会においては、館の望遠鏡だけでなく、きらきら会員自身の望遠鏡を持ち寄り、来館者に星を見せている。また、博物館以外の様々な場所でも観察会を行っている。以下にいくつか例を挙げる。

- ・長野駅前におけるライトダウンコンサートでの星空観察会
- ・長野市大岡公民館における星空観察会
- ・「ながの門前まちあるき」における星空観察会
- ・リレーフォーライフにおける星空観察会

天文普及が主目的でないイベントであっても協力することで、幅広い層の人々への天文普及ができていく。

3-2. ながはくパートナー天文グループの活動

現在、長野市立博物館ボランティアは「ながはくパートナー」とよばれ、10のグループに分かれて活動している。その一つに天文グループがある。天文グループは、日本各地で日食が見られた2012年に発足した。博物館内の活動が中心である。きらきらと同じように、主な活動として、博物館の星空観察会の実施が挙げられる。また、初心者向け天文講座「天文はじめてシリーズ」の企画・運営を行っている。また、プラネタリウムドーム内で投影するデジタル紙芝居（ギリシャ神話など）をつくらせたり、子供向けの体験講座の企画・運営などの博物館内における天文普及活動を行っている。これらの準備のために、毎月会合を行っており、活動頻度は高い。



図2：観察会の様子。



図3：デジタル紙芝居。

4. これから

以上のように、長野市立博物館は、きらきら、ながはくパートナーと協働して天文普及活動を行っている。著者としては、これらの活動をさらに進めて、博物館プラネタリウムを天文に興味を持つ人々の居場所にしたいと考えている。仕事や家庭以外のつながりをつくること、そして、多様な人が関わることで、長野の天文文化が豊かになることを目指している。ただ、現在、いくつか課題を抱えている。それを以下に挙げる。

・様々な依頼が来る

これは、天文に関するニーズの高まりということで、うれしいことなのだが、よく考えて対応する必要がある。その理由の一つは、依頼者が求めている観察会の目的が一樣ではないことである。地域の子供たちに対する教育を目的としたものもあれば、県外観光客向けのイベントもある。主催者の目的により、こちらの対応も変える必要があるが、日程や人員の問題などから、難しい場合もある。これについては、主催者とコミュニケーションをとりながら、ノウハウを蓄積していく必要があるだろう。そして、幅広いニーズにこたえるには、会員の多様性が重要になるだろう。

・人手不足

これは、どの団体も抱えている問題であろう。団体を発足した当時は会員が増えていくが、ある時期からそれが止まる。常に新しい人が入りやすくするためには、内輪向けにせず間口を広げること、会員自身が飽きずに楽しく活動していくことが重要だと思われる。

以上の課題を解決するためには、きらきら、ながはくパートナーと密にコミュニケーションをとりながら、事業を進めていく必要がある。また、近年の「長野県は宇宙県」の取り組みにより、県内の横のつながりもできてきた。今後は、このネットワークを活かした活動もしていきたいと考えている。

工学部学生調査結果による 高校地学履修状況と天文への関心度の分析

藤木 文彦（東京工芸大学）

Analysis of survey results of the students of Faculty of engineering

Interest in astronomy and education status of high school geography

Fumihiko Fujiki (Tokyo Polytechnic University)

Abstract

I took a questionnaire about astronomy education of high school. 50% of schools have earth science classes. Only 30% of schools teach astronomy. Earth science education does not involve astronomy interest. Education must encourage science interest. It is important for science education to make earth science an essential subject.

1. はじめに

高校での地学開講状況の実態を調査するために、本学工学部学生、及び、学生団体の天文部所属学生（工学部・芸術学部）に対してアンケートを行った。それぞれ40名ほどの学生から回収されたアンケートにより、半数の高校では地学科目そのものが開講されておらず、開講されている高校でも、天文分野をきちんと行っている学校はさらに少数であることが分かった。

また、高校地学（天文）の教育が、天文に関心を持つきっかけになったかどうかを調査したところ、高校での授業と、天文への関心度の間には、ほとんど相関が無いことが分かった。天文に関心を持つ学生はそれ以前から関心を持っているようであるが、高校での教育により、さらに天文に関心を持つ学生を増やす事が出来るように、教育体制を再編する必要がある。

2. アンケート実施法

調査日：2019年7月30日、8月2日。

工学部電子機械学科2年生と、天文部（学生クラブ）学生（学年混合）に対して、授業時間、及び、部会の時間にアンケート用紙を配布して回収した。回収数は、工学部2年生42枚、天文部学生39人（工学部21名、芸術学部18名）であり、回収率は90%以上と考えられる。

アンケートの集計は、

工学部電子機械学科2年生	42名（回収数）
天文部（工学部生）	21名（同）
天文部（芸術学部生）	18名（同）

の3集団に分けて、それぞれ集計した。

回答者は全員普通科であった。出身校の大部分は神奈川県、東京都、関東地方である。

3. 調査結果

3-1. 高校での地学開講状況

高校で地学関連科目が開講されていたかどうかを、次の3項目に分けて印を付けさせた。

【質問】高校で地学は開講されていましたか？

1. 基礎地学 2. 地学 3. 開講されていなかった

傾向は3集団ともほぼ同じで、「3. 開講されていなかった」が、約半数であった。(図1 a, b, c)
また、開講されていても、地学基礎で有り、それに続く地学(応用)を開講している学校は、非常に少数であった。

実際には開講されていたが、記憶違いで、開講されて居なかったと印を付ける者が居た可能性はあるが、実際には開講されていても本人の記憶に残って居ないのであれば、開講されていなかったことと実質的に変わりないと見なした。逆パターンは存在しないと考えて良いであろう。

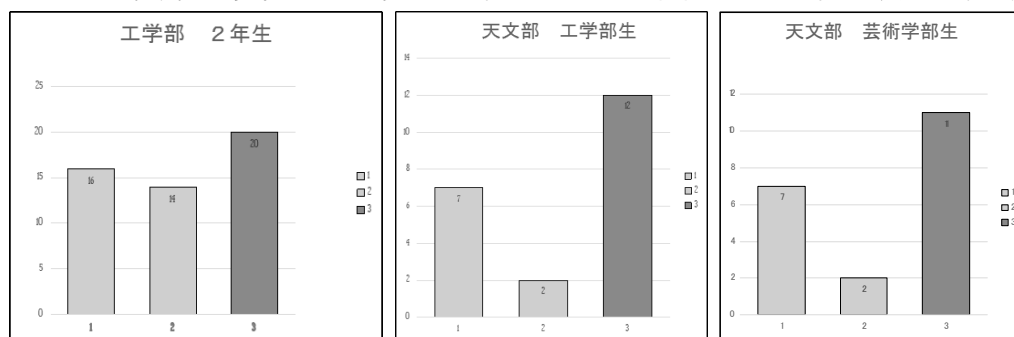


図1 a : 高校地学開講状況 工学部生 図1 b : 天文部工学部生 図1 c : 天文部芸術学部生
右側 3 ■ が未開講数

半数の学校で地学が開講されていない事が分かる。なお、工学部一般学生と天文部部員との間に有意な差は無いと思われる。

3-2. 天文分野の扱い

【質問】天文分野は教科書の終わりに少しだけしか出ていなかったと思います。授業で十分に触れられましたか？

1. やっていない
2. 大急ぎでやった
3. 一応やった
4. 十分にやった

地学そのものが開講されていない場合は、1. に参入した。(図2 a, b, c)

その結果、少しでも天文分野に触れたと答えた者は、全体の3割程度しか居なかった。教科書の最後に配置されているという問題なのか、教員が天文分野を教える事が出来なかったのかは分からないが、高校で天文分野に関する勉強をしてきた学生は3割しか居ない事がわかった。

少しでも天文分野に触れたと回答した学生(2, 3, 4)は、

工学部学生 9 / 42 (21%)

天文部学生(工学部) 6 / 21 (29%)

天文部学生(芸術学部) 6 / 18 (33%)

つまり高校で天文分野の教育は、3割の生徒しか受講していない事が分かる。なお、工学部一般学生と、天文部部員との間に有意な差は無いと思われる。

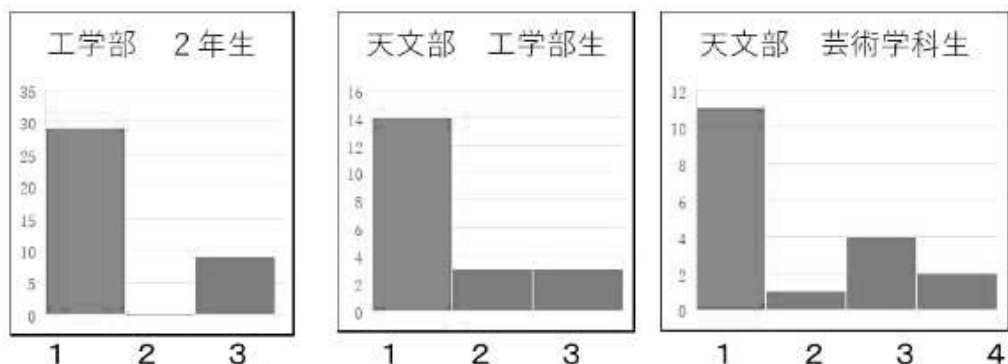


図2 a : 天文分野に触れた 工学部 図2 b : 天文部工学部生 図2 c : 天文部芸術学部生

3-3. 高校の地学が天文に興味を持たせるものとなって居ない

天文部部員に対しては、高校地学が、天文に興味を持つきっかけになったかどうかを質問したが、部員の中には、高校地学がきっかけとなったと答えた者は居なかった。

このことから、天文教育と天文に関心を持つかどうかとは、ほとんど関係が無いことが分かる。

大学のクラブであるので、部員が皆、天文に強い関心を持っているとは限らず、入部の動機は多様である。むしろ、強く天文学を志向して入部した者より、天体写真、星景写真を撮りたい。あるいはもっと軽い気持ちで入部した者の方が多いと言って良いくらいで有る。そうしたクラブであるとしても、高校での地学教育が、天文に興味を持つきっかけとなって居ない事を示している。これは、教育の方法を再考すべきであることを示している。

4. 考察

高校での理科基礎科目は、物理基礎、化学基礎、生物基礎、地学基礎の4科目中3科目を必修としているはずであるが、多数の高校において、地学基礎を除く3科目を開講していると思われる。地学基礎が開講されない主な理由は、地学が受験科目として選択されることが他の科目に比べて非常に少ない事に起因していると思われる。

そのため、地学教員の居ない学校も多い。実際、東京都立高校などでは、地学教員の採用0の年が続いて居る。（*2）この状況では地学という科目自体が存続の危機に瀕していると言っても過言では無い。

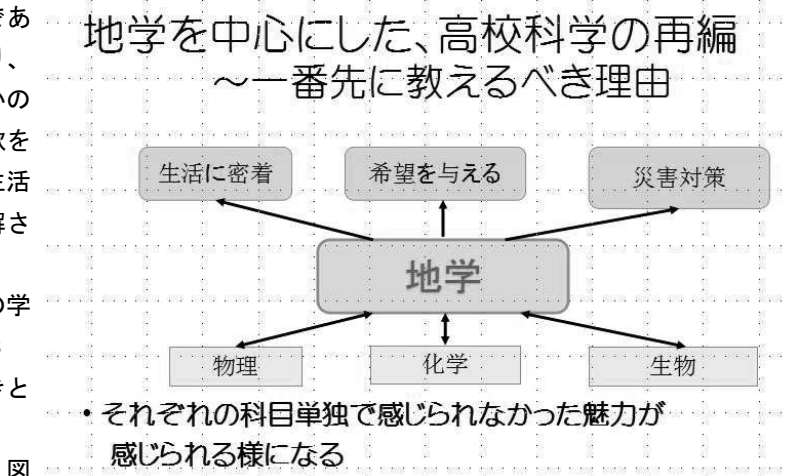
5. 今後の地学・天文教育・科学教育への提言

地学は、他の理科分野に比べて、日常生活との関係、必要性が強いと考えられる。地学は現代の我々の科学技術を支える重要な分野である。また、古代より、国家にとって最も重要な分野であったはずで有り、現代の生活と科学技術の発展に深く結びついているのに軽視されている。

また、地学は日常生活との関連が深いために、科学を勉強する意義が感じやすい科目であると同時に、物理、化学、生物のそれぞれの分野の知識を基礎とした実践的な科学で有り、総合科学としての性格を持っている。

従って私は「総合科学」としての地学の授業を、高校において（小中においても）基本的な必修科目として位置づけ、一番始めに学習し、それに関連する各分野（物理、化学、生物）の授業を位置づける必要があると考える。これにより、なぜ科学を勉強するのかの意義を理解し、学習意欲を増加させると共に、実生活での科学の必要性を理解させるのに重要である。

そのため、高校科学の学習要綱を再編成し、図3の様な形で再編成すべきと考える。



図

3：地学を中心とした高校科学の再編案

天文はその中でも一番最初に教えるべき。～夢と希望を与える。科学の進歩を感じられる。

改善策として、次のような方法を提案する。

1. まず、**地学を必修科目として開講**すること。（地学教員の増員）
2. 地学の中で、**天文を最初に持ってくる**こと。（最も古く、最も新しい学問）
3. 地学は**総合科学であるという認識を広める**。（小中高校教員・生徒・大学教員にも）

6. まとめ

高校で、地学、特に天文分野に触れている学校は30%しかなく、内容は天文に関心を持たせるものとなって居ないことが分かった。地学、特に天文学は総合科学として、受験と切り離し理科教育の中核を担う物として、再編すべきであると考え。

参考文献

- *1) 高校の理科教育のあり方（東京大学大学院理学系研究科 須藤靖/東大地震研究所共同研究集会 /2017.11）
<http://www-utap.phys.s.u-tokyo.ac.jp/~suto/myresearch/chigaku-education-2017Nov11.pdf#search='%E9%AB%98%E6%A0%A1+%E5%9C%B0%E5%AD%A6%E5%9F%BA%E7%A4%8E+%E5%BF%85%E9%A0%88%E7%A7%91%E7%9B%AE'>
- *2) 防災の日に思う、日本の地学教育を消滅に向かわせる文部科学省の無策
 勝村久司（高等学校地学教諭、元厚生労働省医療安全対策検討WG委員/2019.9）
<http://wedge.ismedia.jp/articles/-/17225>
<https://blogos.com/article/401403/?p=2>
- *3) 高等学校における地学教育の現状と問題点（府川宗雄/地学雑誌/106(6)709-717/1996）
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jgeography1889/105/6/105_6_709/_pdf